

HOCHSCHULE OFFENBURG
MEDIEN UND INFORMATIONSWESSEN

Bachelorthesis

Ungesehenes sichtbar machen
Aspekte der Zeitraffer-, Zeitlupen- und
Mikrofotografie

Offenburg, Juli 2014
Sommersemester 2014

Name: Matthias Kienzle
Matrikelnummer: 172135

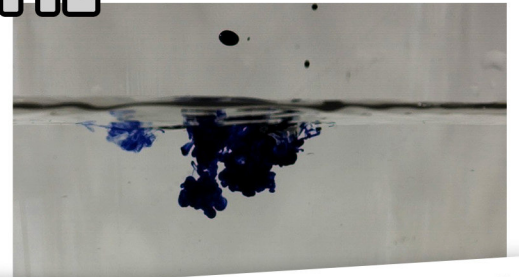
Projektbetreuung:
Prof. Dr. Dan Curticapean;
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Vauderwange

Straße: Roth 20
Adresse: 77736 Zell a. H.
E-Mail: matthias.mk@gmx.de
Abgabetermin: 25.07.2014

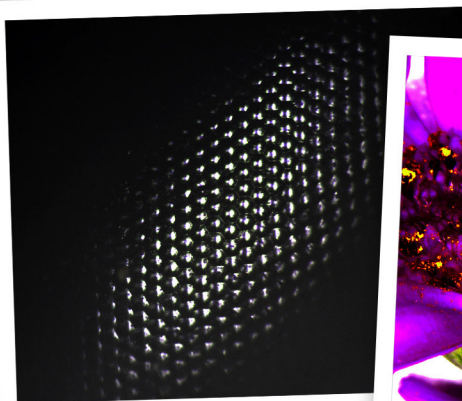
ZEITRAFFERFOTOGRAFIE



ZEITLUPENFOTOGRAFIE



MIKROFOTOGRAFIE



Zusammenfassung

Die Ausgangssituation dieser Bachelorthesis ist die „Abstumpfung“ der Sinneswahrnehmung des Menschen, welche durch eine allgegenwärtige Medienpräsenz vorangetrieben wird. Ziel dieser Arbeit ist es, durch Thematisierung der für den Durchschnittskonsumenten ungewohnten Aufnahmetechniken der Zeitraffer-, Zeitlupen- und Mikrofotografie die Faszination der menschlichen Wahrnehmung neu zu entdecken. Dem Leser sollen diese Fotografiearten näher gebracht werden und einen leichteren Einstieg in deren Praxis ermöglichen. Dazu werden Grundlagen und Hinweise zu diesen Arbeitsfeldern vermittelt und Einblicke in den Entstehungsprozess, beginnend bei der Vorbereitung bis hin zur Nachbearbeitung, gewährt. Basis dafür – und somit erster Teil der Arbeit – ist jedoch das Verständnis für menschliches Sehen sowie für die Entwicklung der Fotografie, da nur somit die verwendete Technik verstanden und optimal eingesetzt werden kann.

Abstract

The flashpoint of this thesis is the blunting of the human sensory perception, which is a cause forced by an ubiquitous media presence. The ambition of it is to explore our perception under the consideration of unusual recording technologies as timelapse, slow motion and microphotography. The reader should receive an experience of this technologies and learn how to handle them. The thesis includes basics of also as advices to the creation process, starting with the preparation and ending by the postproduction, which will enable an easy practical start. Background for that and first part of this paper is the knowledge of the human vision and the development of photography. This comprehension is required to understand and use the applied technology optimally.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
1 Einführung	8
2 Sehen und Wahrnehmen	10
2.1 Das menschliche Auge	10
2.1.1 Augapfel und äußere Augenhaut	11
2.1.2 Linse	12
2.1.3 Iris und Pupille	13
2.1.4 Netzhaut	14
2.1.5 Schutzeinrichtungen des Auges	16
2.2 Sehvermögen	17
2.2.1 Lichtbrechung	17
2.2.2 Hell-Dunkel-Adaption	17
2.2.3 Binokulares Sehen	18
2.3 Wahrnehmung	19
2.3.1 Auge und Gehirn	20
2.3.1.1 Orientierung und Auswahl	20
2.3.1.2 Bildverarbeitung	21
2.3.1.3 Bildstabilisierung	22
2.3.2 Optische Täuschungen	23
2.4 Vergleich von Auge und Kamera	25
3 Entwicklung der Fotografie	26
3.1 Die Vorgeschichte der Fotografie	26
3.2 Klassische Fotografie	28
3.3 Digitale Fotografie	30
3.4 Videotechnik	31
4 Zeitrafferfotografie	33
4.1 Equipment	35
4.1.1 Kamera	35
4.1.2 Stativ	37
4.1.3 Objektiv	37

4.1.4	Slider	38
4.1.5	Sonstiges	39
4.2	Aufnahmen	39
4.2.1	Auswahl des Motivs	40
4.2.2	Timereinstellungen	40
4.2.3	Kameraeinstellungen	41
4.2.3.1	Aufnahmemodus	44
4.2.3.2	Blende	44
4.2.3.3	Verschlusszeit	44
4.2.3.4	Fokussierung	45
4.2.3.5	Bildformat	45
4.2.4	Aufnahmen unter erschwerten Bedingungen	46
4.3	Bearbeitung	47
4.3.1	Adobe Photoshop Lightroom	47
4.3.2	LRTimelapse	48
4.3.3	Der Workflow	48
5	Zeitlupenfotografie	52
5.1	Equipment	52
5.1.1	Kamera	52
5.1.2	Stativ	54
5.1.3	Beleuchtung	54
5.1.4	Laptop	55
5.1.5	Auslöser	56
5.2	Aufnahmen	56
5.2.1	Kameraeinstellungen	56
5.2.2	Triggereinstellungen	57
5.2.3	Beleuchtung	57
5.2.4	Exporteinstellungen	57
5.3	Bearbeitung	58
5.3.1	Adobe Premiere	58
5.3.2	Der Workflow	58
6	Mikrofotografie	60
6.1	Das Mikroskop	61
6.2	Aufnahmen	62
6.3	Bearbeitung	64

7 Fazit	65
Literaturverzeichnis	68
Abbildungsverzeichnis	70
Eidesstattliche Erklärung	71

Abkürzungsverzeichnis

DCS	Digital Camera System
dpi	Dots per Inch – Punkte pro Zoll (1 Inch = 25,4 mm)
dpt	Dioptrie
DSLR	Digitale Spiegelreflexkamera
EOS	Electronic-Optical System – Digitale SLR-Kameras von Canon
fps	Frames per Second - Bilder pro Sekunde
HD	High Definition
ISO	International Organization for Standardization – hier: Film- bzw. Sensorempfindlichkeit
LED	Light Emitting Diode – Leuchtdiode
ND-Filter	Neutraldichtefilter (Graufilter)
USB	Universal Serial Bus – Anschluss für Peripheriegeräte
XMP	Extensible Metadata Platform - Metadatei

1 Einführung

Bilder nehmen bei uns Menschen einen außerordentlich hohen Stellenwert ein. Mit ihnen können wir ausdrücken, wozu tausende Worte nicht ausreichen würden. Und trotz des hohen Informationsgehalts, der mit einem Bild übermittelt werden kann, werden sie nahezu auf der ganzen Welt gleich verstanden. Fotos scheinen sich einer universellen Sprache zu bedienen, welche von allen Kulturen und Ländern verstanden und „gesprochen“ werden kann.¹

Diese Wertschätzung ist nicht erst seit dem heutigen Medienzeitalter zu beobachten, sondern kann bis zur jüngeren Altsteinzeit (vor 10.000 bis 35.000 Jahren) zurückverfolgt werden. Schon damals wurden Bilder in Form von Höhlenmalerei als Kommunikationsmittel genutzt, um von besonderen Erlebnissen zu berichten oder diese festzuhalten.

Vor allem in den letzten Jahrzehnten hat das Bild als Mitteilungsform viel an Bedeutung gewonnen. Egal ob in Printprodukten, im Fernsehen oder dem Internet, überall wird mittels grafischen und visuellen Darstellungen kommuniziert. Diese Wandlung der Mitteilungsform kommt uns Menschen sehr entgegen. Für eine von Zeitdruck geprägte Gesellschaft scheint der bequeme Informationsaustausch via Bild wie geschaffen zu sein.²

Diese andauernde Konjunkturphase der Bildsprache überschwemmt derzeit unseren Alltag und mit ihm auch unsere visuelle Sinneswahrnehmung. Der Wahrnehmungsapparat filtert zwar schon viele für uns uninteressante Informationen während der Aufnahme heraus, sodass wir diese nicht verarbeiten müssen, jedoch kann er nicht die „Abstumpfung“ unserer Sinne verhindern. Wir sehen mehr und doch weniger. „Alles“ scheinen wir irgendwie, irgendwo schon einmal gesehen zu haben. Umso schwerer haben es folglich die Medien, unser Interesse zu wecken und uns mit Bildern, bewegt oder starr, zu begeistern.

Diese Problematik der „Abstumpfung“ ist der Ausgangspunkt dieser Arbeit, die aus einem theoretischen und einem praktischen Teil besteht. Die Intention dabei ist es, mit Hilfe von für den Durchschnittsmedienkonsumenten ungewohnten Aufnahmetechniken die Faszination unserer Wahrnehmung neu zu entdecken. Die verschiedenen behandelten Aufnahmetechniken verbindet dabei eine gemeinsame Eigenschaft: Sie können zeigen, wozu das menschliche Auge nicht in der Lage ist.

¹Vgl. Ang, Tom/Niehaus, Julia: Fotografie: [Geschichte, Ausrüstung, Fotografen, Techniken]. Starnberg: Dorling Kindersley, 2006, Kompakt & Visuell, ISBN 978-3-8310-0952-7, S.15.

²Vgl. Weber, Ernst A.: Sehen, Gestalten und Fotografieren. Basel and Boston and Berlin: Birkhäuser, 1990, ISBN 3-7643-2469-4, S.2ff.

Die erste filmische Methode, auf welche eingegangen wird, ist die **Zeitrafferfotografie**. Hierbei wird eine Reihe von Aufnahmen über einen gewissen Zeitraum erstellt. Die Erhöhung der Abspielfrequenz dieser Bilder im Verhältnis zur Aufnahmefrequenz hat zur Folge, dass wir beispielsweise Wachstum oder Veränderungen erkennen können, die in Echtzeit zu langsam ablaufen, um vom menschlichen Auge wahrgenommen werden zu können.

Das zweite Verfahren ist die **Zeitlupenfotografie**, auch als *Slow Motion* bekannt. Mit ihr werden Bewegungsabläufe verlangsamt dargestellt. Sie bildet somit das andere Extrem zur Zeitrafferfotografie. Der Mensch ist für die Wahrnehmung von sehr schnellen Vorgängen ebenso ungeeignet, wie für die von sehr langsamen.

Bei der letzten Aufnahmetechnik handelt es sich um die **Mikrofotografie**. Im Gegensatz zu den beiden erstgenannten Methoden, ist diese nicht für das Erstellen von Videos gedacht, sondern lediglich für die Aufnahme von starren Bildern. Die Mikrofotografie gliedert sich in diese Arbeit ein, weil sie Bilder von Oberflächen oder Details zu erzeugen vermag, die unser Auge nicht ansatzweise erkennen kann.

Grundlage für das Erstellen von Aufnahmen von Szenen, die das menschliche Auge ohne Hilfsmittel nicht wahrnehmen kann, ist das Verständnis des Sehens und der Funktion dieses Sinnesorgans. „Nur wer die Möglichkeiten und Leistungsfähigkeit seines visuellen Wahrnehmungssystems kennt, vermag es beim Gestalten und Fotografieren optimal zu nutzen.“³ Ein weiterer Grund dafür, das menschliche Auge besser kennenzulernen, ist, dass das Funktionsprinzip der Kamera dem des Auges nachempfunden wurde. Oft ist von einer Analogie zwischen Auge und Kamera die Rede. Auf Grund dessen beginnt diese Thesis mit einem Kapitel über die menschliche Wahrnehmung, gefolgt von einem Kapitel zur Geschichte und Entwicklung der Fotografie, um die erwähnten Aufnahmetechniken besser verstehen und einordnen zu können.

³Weber: Sehen, Gestalten und Fotografieren, S.6.

2 Sehen und Wahrnehmen

Bei jedem Blick dringen visuelle Reize, oder genauer gesagt reflektiertes Licht, in unsere Augen und erzeugen ein Bild auf der Netzhaut. Der optische Apparat des Auges (bestehend aus Hornhaut, Augenkammern, Iris, Linse und Glaskörper) ist dabei dafür verantwortlich, dass dieses Bild zunächst umgedreht und spiegelverkehrt auf der Netzhaut auftritt. In der weiteren Reizverarbeitung sorgt das Gehirn dafür, dass das Netzhautbild erneut umgedreht und Gesehenes „korrekt“ dargestellt wird. Unter visueller Wahrnehmung wird nicht nur die Aufnahme von Informationen über das Auge verstanden, sondern auch die Interpretation des Gesehenen und dem Abgleich dessen mit Erinnerungen.

2.1 Das menschliche Auge

Das Auge ist für den Menschen das wohl bedeutendste Sinnesorgan. Mit dem Vorgang des Sehens nehmen wir unsere Umwelt wahr und finden uns in ihr zurecht. Mit beachtlichen 78 Prozent trägt das Sehen den Löwenanteil zur Sinneswahrnehmung bei, gefolgt von Hören (13 Prozent) und Tasten, Riechen, Schmecken (jeweils drei Prozent). Etwa 40 Prozent des Gesehenen können wir im Gedächtnis behalten (20 Prozent des Gehörten)¹, was verdeutlicht, dass visuell unterstütztes Lernen das mit Abstand effektivste Lernen ist. Diese hohe Effektivität ist darin begründet, dass beim Sehen „stets auch die übrigen Sinnesorgane wie Tastsinn, Geruch, Geschmack, Gehör sowie der Erinnerungsspeicher des Gehirns, das Gedächtnis,“² angesprochen werden.

¹Vgl. Bleckwenn, Ruth/Schwarze, Beate: Gestaltungslehre: Ein einführendes Arbeitsbuch. 4. Auflage. Hamburg: Handwerk u. Technik, 1986, ISBN 9783582056245.

²Weber: Sehen, Gestalten und Fotografieren, S.6.

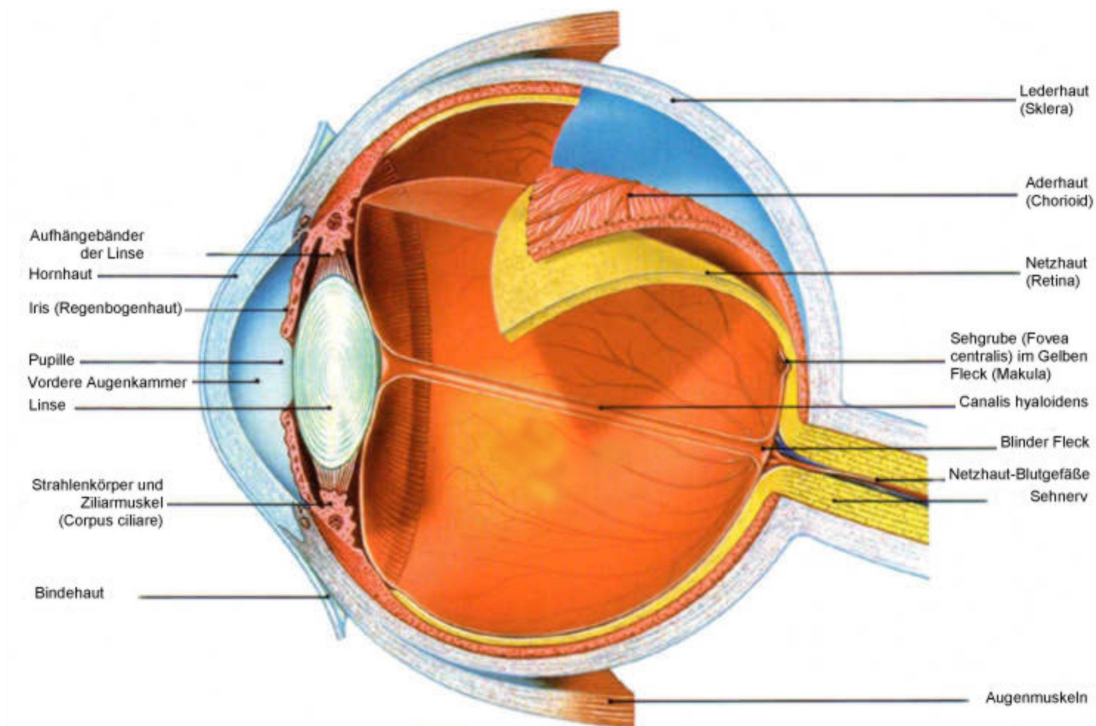


Abbildung 2.1 – Aufbau des menschlichen Auges

Quelle: www.augenzentrum-am-ring.de/images/aufbau_auge.jpg (abgerufen am 07.05.2014)

2.1.1 Augapfel und äußere Augenhaut

Der Augapfel (*Bulbus oculi*) ist ein fast kugelförmiger Körper, welcher, mit Ausnahme des vorderen Bereiches, komplett von der Lederhaut (*Sklera*) eingeschlossen wird. In diesem Bereich, der Iris, geht sie in die transparente Hornhaut (*Kornea*) über. Neben dem vorderen Bereich des Auges weist die Lederhaut auch an der Rückseite eine Öffnung auf. Durch diese Öffnung verbindet der Sehnerv die Netzhaut (*Retina*) mit dem Sehzentrum im Gehirn.

Die Lederhaut, oder uns besser bekannt als *das Weiße des Auges*, besteht aus festem Bindegewebe und gewährt dem Augapfel Schutz, Festigkeit und verleiht ihm seine Form.³ An ihr sind auch die sechs Muskeln befestigt, die den Augapfel in der Augenhöhle bewegen. Ist die Lederhaut zu groß, kommt es zu einer Sehbeeinträchtigung, der Kurzsichtigkeit: In diesem Fall treffen nur Lichtstrahlen eines nahen Objektes genau auf der

³Vgl. Groos, Barbara/Amberg, Stephan C./Schäffler, Arne: Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen. 5. Auflage. München [u.a.]: Urban & Fischer, 2007, ISBN 978-3-437-26682-9, S.204.

Netzhaut zusammen. Entfernte Objekte erscheinen unscharf. Eine zu kleine Lederhaut ist die Ursache für Weitsichtigkeit.⁴

Die durchsichtige Hornhaut leistet den Hauptanteil der Lichtbrechung (*2.2.1 Lichtbrechung*) und sitzt, wie bereits erwähnt, an der Frontalseite des Augapfels. Sie bildet den vorderen Teil der äußeren Augenhaut und muss ständig mit Tränenflüssigkeit benetzt sein, um ein scharfes Sehen zu gewährleisten. Zusammen mit der Linse lässt sie ein Bild auf unserer Netzhaut entstehen.

2.1.2 Linse

Die Linse ist ein transparenter elastischer Körper, dessen Vorder- und Rückseite konvex gekrümmt sind. Wie auch die Hornhaut ist sie für die Lichtbrechung zuständig, besitzt aber ein geringeres Brechungsvermögen. Der Linse verdanken wir zudem auch die Fähigkeit, Gegenstände in unterschiedlicher Entfernung fokussieren zu können. Diese Eigenschaft wird durch die veränderbare Krümmung der Linse möglich. Sie wird bei Betrachtung entfernter Objekte flacher, während sie bei der von nahen, durch ihre Eigenelastizität eine kugelige Form annimmt. Bei diesem Vorgang (Akkommodation) reguliert die Muskulatur des Ziliarkörpers den Krümmungsgrad der Linse. Mit zunehmendem Alter lässt die Linsenelastizität nach, wodurch die erforderliche Rundung für das Fokussieren von nahen Objekten verloren geht. Das veränderte Brechungsvermögen kann mit Hilfe einer Lesebrille ausgeglichen werden.⁵

⁴Vgl. Brühl, Heike/Cheers, Gordon/Olds, Margaret: Anatomica: Körper und Gesundheit ; das komplette Nachschlagewerk. Köln: Könenmann, 2004, ISBN 3-8331-1286-7, S.198.

⁵Vgl. a. a. O., S.199ff.

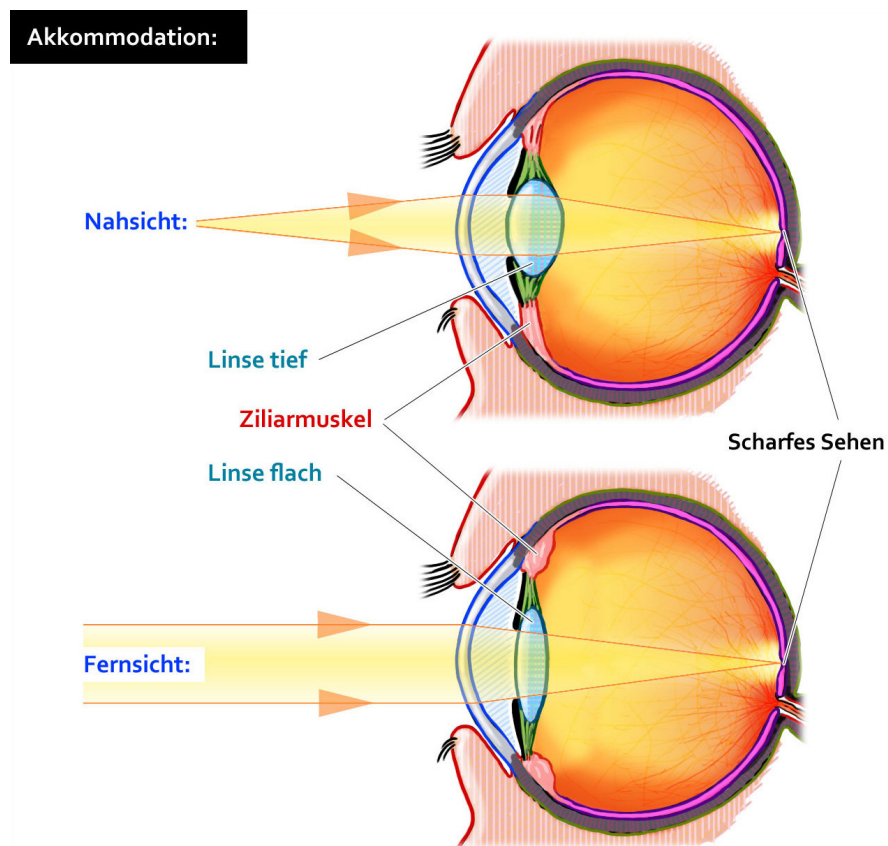


Abbildung 2.2 – Fokussierung von Objekten durch Akkommodation

Quelle: www.brillen-sehhilfen.de/auge/images/akkommodation1.jpg (abgerufen am 07.05.2014)

2.1.3 Iris und Pupille

Die Iris, auch Regenbogenhaut genannt, ist der farbige Anteil des Auges. Die Augenfarbe ist dabei von der Stärke ihrer Pigmentierung abhängig, wobei braune Augen stark und blaue Augen wenig pigmentiert sind. Die Pigmentierung der Iris findet in den ersten Lebensjahren statt,⁶ was auch erklärt, weshalb die meisten Säuglinge bläuliche Augen haben. Braun ist mit 90 Prozent die am häufigsten verbreitete Augenfarbe.⁷

Der schwarze Bereich in der Mitte der Iris ist die Pupille. Durch sie kann Licht in das Innere des Auges fallen. Sie wird daher auch Sehloch genannt. Die Größe der Pupille

⁶Vgl. Groos/Amberg/Schäffler: Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen, S.205.

⁷Vgl. Netzoptikerteam: 90 Prozent der Menschen haben braune Augen. [Online; Stand 02. Mai 2014] (URL: www.netzoptiker.de/magazin/unsere-zahl-der-woche-90-der-menschen-haben-braune-augen/).

wird von der Regenbogenhaut durch anliegende Muskelfasern gesteuert. Sie kann sich entweder verkleinern (*Miosis*) oder erweitern (*Mydriasis*) und somit den Lichteinfall auf die Netzhaut regulieren. Die Pupillenweite passt sich automatisch unterschiedlichen Helligkeitsverhältnissen an und lässt somit entweder mehr oder weniger viel Licht in das Auge eindringen. „Bei Tageslicht misst die Pupille ca. 3mm im Durchmesser, im Dunkeln weitet sie sich auf ca. 7mm.“⁸ Die einfallende Lichtmenge kann bei erweiterter Pupille um das bis zu 20-Fache vergrößert werden.⁹

Die Iris wirkt demnach wie die Blende einer Kamera, oder richtig gesagt: Die Blende einer Kamera wirkt wie die Iris des Auges. Der veränderbare Öffnungsdurchmesser der Pupille entspricht etwa einer Blendenöffnung von 1:3 bis 1:12. Die Blendenwirkung des Auges macht sich besonders beim Nahsehen bemerkbar: Das Sehloch wird eingengt – wie ein abgeblendetes Kameraobjektiv – und somit die Schärfentiefe erhöht.¹⁰

2.1.4 Netzhaut

Vereinfacht ausgedrückt funktioniert unser Auge wie eine Lochkamera. Die Netzhaut wird dabei zur Projektionsfläche. Auf ihr trifft das einfallende Licht auf, nachdem es die Hornhaut, Pupille, Linse und den Glaskörper durchquert hat. Die sich auf der Netzhaut befindenden Photorezeptoren, dies sind lichtempfindliche Zellen, wandeln das Licht in Nervenimpulse um und leiten diese über die Sehnerven an das Gehirn weiter.¹¹

Photorezeptoren werden in zwei Kategorien unterschieden: Stäbchen und Zapfen. Die Stäbchen sind zuständig für die Wahrnehmung von Helligkeit und Bewegung und die Zapfen für Farbe und Sehschärfe (Details). Im Gegensatz zu den Zapfen ist nicht jedes Stäbchen mit einer eigenen Nervenzelle verknüpft. Von den circa 120 Millionen Stäbchen werden immer 10 - 100 zusammen verschalten. Dadurch wird zwar die Bildauflösung vermindert, dafür reagiert das System jedoch auch bei sehr geringen Helligkeitsverhältnissen.¹² Dieses Verhalten ermöglicht es uns, bei Dämmerung sehen zu können. Ein weiteres Sehverhalten, das auf die Anatomie der Netzhaut zurückzuführen ist, ist unser peripheres Blickfeld. Während die Netzhaut im Sehzentrum beinahe keine Stäbchen enthält, befinden sich an der Randzone ausschließlich Stäbchen.¹³ Dies hat zur Folge, dass wir am Rande unseres Blickfeldes keine Farbe sehen können und dafür auf die

⁸Brühl/Cheers/Olds: Anatomica: Körper und Gesundheit ; das komplette Nachschlagewerk, S.200.

⁹Vgl. Groos/Amberg/Schäffler: Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen, S.210.

¹⁰Vgl. Weber: Sehen, Gestalten und Fotografieren, S.9.

¹¹Vgl. Brühl/Cheers/Olds: Anatomica: Körper und Gesundheit ; das komplette Nachschlagewerk, S.201.

¹²Vgl. Groos/Amberg/Schäffler: Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen, S.206.

¹³Vgl. Brühl/Cheers/Olds: Anatomica: Körper und Gesundheit ; das komplette Nachschlagewerk, S.201.

Erkennung von Bewegung sensibilisiert sind. Evolutionsbedingt können aufkommende Gefahren schon „aus dem Augenwinkel“ heraus bemerkt werden.

„Nach den Gesetzen der Optik ist das durch eine Linse erzeugte Bild um die optische Achse der Linse am schärfsten.“¹⁴ Auf dieser Achse befindet sich auch der Ort des schärfsten Sehens, der *Fovea centralis*. In diesem Areal befinden sich die meisten der sechs Millionen Zapfen. Das Auge fixiert aus diesem Grund Objekte stets so, dass die einfallenden Lichtstrahlen genau an diesem Punkt gebündelt werden.

Die kegelförmigen Zapfen lassen sich in drei Kategorien (*trichromat*) unterscheiden. Sie sind entweder für die Farben blau (Blau-Zapfen), rot (Rot-Zapfen) oder grün (Grün-Zapfen) empfindlich. Durch Mischung dieser drei Primärfarben sind wir in der Lage, ein weitaus größeres Farbspektrum wahrzunehmen, als nur blau, grün und rot. Das Auge addiert in Zusammenspiel mit dem Gehirn die Farbreize und erzeugt einen neuen Farbeindruck. Auf Grund dieser Addition wird dieses Phänomen auch additive Farbmischung genannt. Diese Funktionsweise wird bei vielen Bildschirmen, die auf dem RGB-Farbraum beruhen, verwendet. PC-Monitore, LED-TVs oder die Digitalfotografie basieren auf dieser Technik.

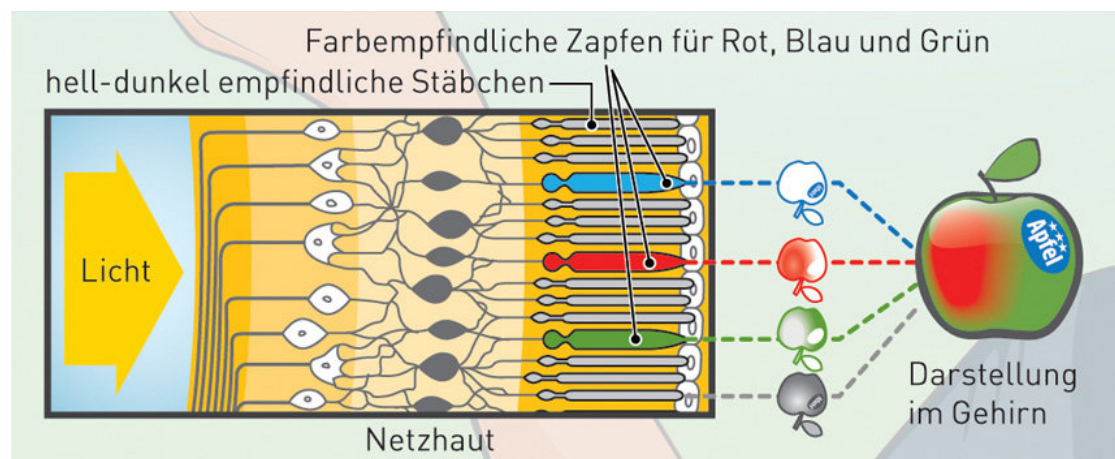


Abbildung 2.3 – Reizung der Photorezeptoren

Quelle: www.lacke-und-farben.de/uploads/pics/Farbensehen_gross.jpg (abgerufen am 07.05.2014)

Wie bereits erwähnt, wird jeder Zapfen separat über eine Nervenfaser mit der Großhirnrinde verbunden. Diese unkomprimierte Weiterleitung gewährt eine höchstmögliche Auflösung. Die Zapfen sind also neben dem Farbsehen auch für die Sehschärfe zuständig. Für eine gute Arbeitsweise benötigen sie jedoch eine hohe Helligkeit. Farben können

¹⁴Brühl/Cheers/Olds: Anatomica: Körper und Gesundheit ; das komplette Nachschlagewerk, S.201.

daher bei Dämmerung oder Dunkelheit nur sehr schlecht oder gar nicht wahrgenommen werden, ebenso ist das Scharfsehen eingeschränkt.¹⁵

An der Austrittsstelle des Sehnervs aus der Netzhaut befinden sich keine Photorezeptoren. Das Nichtvorhandensein von Stäbchen und Zapfen macht uns an dieser Stelle blind. Der Bereich wird daher *blinder Fleck* genannt. Dies fällt uns bei unserer Wahrnehmung allerdings nicht auf, da dieses Vorkommnis von unserem zweiten Auge kompensiert wird.

Auch der Begriff Retina findet sich in der heutigen Medientechnik wieder: Das US-amerikanische Unternehmen *Apple Inc.* vermarktet derzeit ihre Bildschirme unter dem Markennamen *Retina-Display*, diese sind auf der LCD-Technik beruhende IPS-Displays. Ausgangspunkt für diese Benennung war die hohe Pixeldichte verschiedener Apple-Geräte. Laut Apple soll das menschliche Auge bei diesen Displays nicht mehr in der Lage sein, einzelne Pixel zu erkennen.¹⁶

2.1.5 Schutzeinrichtungen des Auges

Um unserem sensiblen Wahrnehmungsapparat eine optimale Funktion zu ermöglichen und ihn zu schützen, hat der Körper mehrere Schutzeinrichtungen. Dazu zählen Augenbrauen, Augenlider mit Wimpern sowie der Tränenapparat.

„Die Augenbrauen bilden oberhalb der Augen einen Schutzwall vor intensiver Sonnenstrahlung, Fremdkörpern und dem salzigen Stirnschweiß.“¹⁷ Die Augenlider, an deren Ränder sich die Wimpern befinden, schützen das Auge vor äußeren Einwirkungen und Fremdkörpern. Des Weiteren dient das Augenlid der Feuchthaltung des Auges, indem es beim Lidschlag gleichmäßig einen Tränenfilm verteilt. Die Tränenflüssigkeit ist für das Auge sehr wichtig, da es bei Trockenheit schnell zu Sehbeschwerden und Infektionen kommen kann. Sie ist eine wässrige, salzhaltige Lösung und wird von den Tränendrüsen gebildet. Von dort aus fließt sie zum inneren Augenwinkel, wo sie zur Verteilung auf der Augenoberfläche benötigt wird.¹⁸

¹⁵Vgl. Groos/Amberg/Schäffler: Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen, S.206.

¹⁶Vgl. Jens Kilgenstein: Retina first! Webdesign und Optimierung für hochauflösende Bildschirme (HiDPI). 2. Auflage. Berlin: Mediamarketing Kretschmann, 2013, ISBN 978-3980956796, S.206.

¹⁷Groos/Amberg/Schäffler: Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen, S.211.

¹⁸Vgl. a. a. O.

2.2 Sehvermögen

Wie aus dem vorangegangenen Kapitel, *2.1 Das menschliche Auge*, zu entnehmen, sind bei dem menschlichen Sehprozess viele Stationen notwendig, um ein klares Bild unserer Umwelt in unserem Gehirn entstehen zu lassen. Nur wenn das Zusammenspiel dieser Augenpartien funktioniert, kann das Gehirn das im Auge auftreffende Licht in Nervenimpulse umwandeln und so die Wahrnehmung von Farbe, Formen, Größe und Bewegung von Gegenständen gewährleisten.¹⁹

2.2.1 Lichtbrechung

Unter dem Begriff Lichtbrechung versteht sich die Ablenkung von Lichtstrahlen. In diesem Fall geschieht die Lichtbrechung im menschlichen Auge. Dieser Vorgang ist notwendig, um die von einem Gegenstand emittierten Lichtstrahlen genau an einem Punkt auf der Netzhaut zu bündeln und ein scharfes Sehen zu ermöglichen. Maß für die Brechkraft eines optischen Systems ist die Dioptrie (kurz: dpt). Dieses Maß gibt Aussage darüber, wie stark das Licht abgelenkt wird. Die Dioptrie „ist definiert als der Kehrwert der Brennweite (in Metern) des optischen (brechenden) Systems. Eine Linse mit einer Brennweite von 10 cm (=0,1 m) hat also eine Brechkraft von 10 Dioptrien.“²⁰ Positive Dioptriezahlen sind Erkennungsmerkmal für Sammellinsen und negative für Streulinsen. Das menschliche Auge hat eine Brechkraft von etwa 60 dpt, wobei die Hornhaut mit 43 dpt den Hauptanteil davon trägt. Ein weiteres lichtbrechendes Medium ist die Linse. Sie ist mit circa 19 dpt die zweite Hauptverantwortliche. Im Gegensatz zur Hornhaut kann die Linse durch Verformung ihre Brechkraft ändern. Zusätzlich beeinflussen noch das Kammerwasser und der Glaskörper die Gesamtbrechkraft.

Der Akkomodation, also der Veränderbarkeit der Linsenbrechkraft, verdanken wir es, nah- und fernliegende Gegenstände scharf sehen zu können.²¹

2.2.2 Hell-Dunkel-Adaption

Bei der Wahrnehmung kann Licht als eine Energieform angesehen werden, die Arbeit verrichtet. Es ist Auslöser für die Übertragung von Nervenimpulsen an das Gehirn. Die auf den Photorezeptoren – den Zapfen und Stäbchen – auftreffenden Photonen regen diese dazu an, die Lichtenergie in einem chemisch-physiologischen Prozess in kodierte

¹⁹Vgl. Brühl/Cheers/Olds: *Anatomica: Körper und Gesundheit* ; das komplette Nachschlagewerk, S.203.

²⁰Groos/Amberg/Schäffler: *Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder*; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen, S.207.

²¹Vgl. a. a. O.

Signale umzuwandeln und über den Sehnerv an das Gehirn zu senden.²² Allerdings ist ein Sonnentag etwa zwei Millionen mal heller als eine Dämmerung. Würde das Auge in diesen zwei Extremsituationen die gleiche Arbeit verrichten, wären wir bei Sonnenschein extrem geblendet oder würden in der Dämmerung gar nichts sehen. Gleiches Szenario findet sich in der Fotografie wieder, denn auch dort müssen die Kameraeinstellungen unterschiedlichen Helligkeitsverhältnissen angepasst werden. Durch Veränderung des ISO-Wertes, der Verschlusszeit und der Blende ist es möglich, sowohl bei Sonnenschein als auch in der Dämmerung oder gar bei Nacht gute Aufnahmen zu erstellen. Das menschliche Auge gleicht diese Helligkeitsunterschiede durch die sogenannte Hell-Dunkel-Adaption aus. Wie bereits erwähnt, kann die Pupille die einfallende Lichtmenge um den Faktor 20 verbessern. Diese Veränderung würde jedoch bei weitem nicht ausreichen, um einen derart breiten Helligkeitsbereich abzudecken. Zusätzlich zum Blendeneffekt der Iris korrigiert das Auge seine Lichtempfindlichkeit entsprechend den gegebenen äußeren Einflüssen. Das bedeutet, dass der Schwellenwert, der für die Erregung der Photorezeptoren notwendig ist, verändert wird. Die Fähigkeit der Anpassung an unterschiedliche Reizintensitäten wird Adaption genannt. Das Auge kann auf diese Weise seine Lichtempfindlichkeit um das bis zu 100.000-Fache steigern.²³ Eine solche Anpassung benötigt eine gewisse Zeitspanne, die Adaptionszeit. Die Angleichung bei einem Übergang in die Dunkelheit dauert mit bis zu 20 Minuten ungleich länger als bei einem Wechsel in einen hellen Raum. Diese Umstellung bewältigt das Auge schon nach wenigen Sekunden.²⁴

2.2.3 Binokulares Sehen

Binokulares Sehen bezeichnet den Vorgang von beidäugigem Sehen. Die verschiedenen Bilder, die das rechte und linke Auge wahrnehmen, werden dabei zu einem gemeinsamen zusammengefügt. Der Abstand der beiden Augen (etwa 65 mm) hat die Folge, dass sich die Bilder auf den Netzhäuten inhaltlich und perspektivisch leicht unterscheiden. Größtenteils haben sie jedoch ein überlappendes Gesichtsfeld. Die Überlappung veranlagt uns zu räumlichem Sehen (stereoskopisches Sehen) sowie zu Einschätzungen von Entfernungen fokussierter Objekte. Menschen, die nicht zu binokularem Sehen fähig sind, haben daher Probleme bei deren Abschätzung. Zusätzlich gleichen die sich überlagernden Netzhautbilder das Phänomen des blinden Fleckes aus.²⁵

²²Vgl. Weber: Sehen, Gestalten und Fotografieren, S.7.

²³Vgl. Groos/Amberg/Schäffler: Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen, S.207.

²⁴Vgl. Weber: Sehen, Gestalten und Fotografieren, S.9.

²⁵Vgl. Brühl/Cheers/Olds: Anatomica: Körper und Gesundheit ; das komplette Nachschlagewerk, S.206.

Die Summe der Gesichtsfelder beider Augen ermöglicht dem Mensch, bei ruhiger Kopfhaltung und bewegungslosem Blick 175 Grad seines Umfeldes wahrzunehmen.

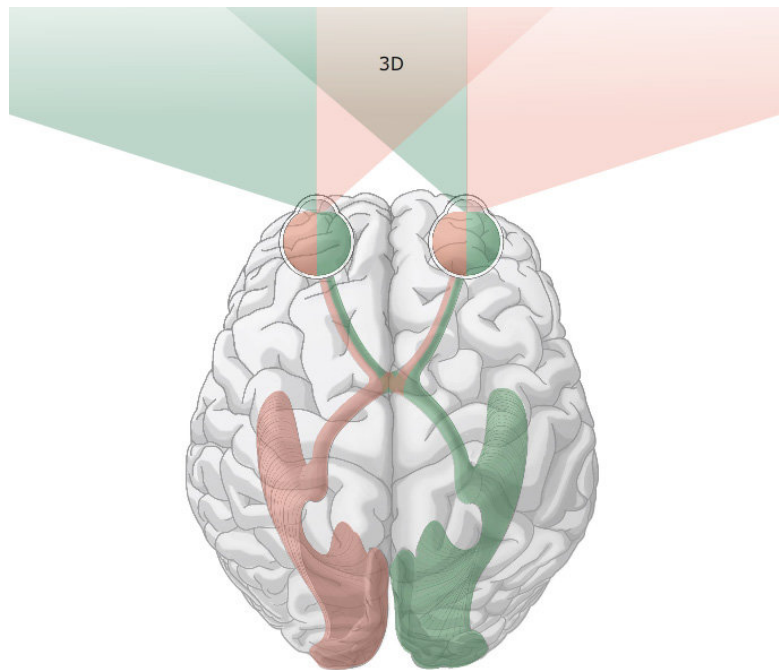


Abbildung 2.4 – Binokulares Gesichtsfeld

Quelle: www.id.uzh.ch/cl/dl/visuellegestaltung/illustrationsplayer/photos/me__sehbahn.png (abgerufen am 07.05.2014)

Bei der Aufnahme von 3D-Filmen bedient sich die Technik wiederum dem Vorbild des menschlichen Wahrnehmungsapparates: Gefilmt wird mit einer Kamera mit zwei Objektiven, welche voneinander den gleichen Abstand haben wie der der Augen. Durch Zuführung der entsprechenden Bilder für das jeweilige Auge entsteht ein räumlicher Eindruck. Variation des Abstandes der Objektive führt zu unterschiedlichen Effekten. Vergrößerung des Abstandes bewirkt auch eine Vergrößerung des räumlichen Effekts, wobei unser Gehirn dann auch alles kleiner einordnet.²⁶

2.3 Wahrnehmung

Der Wahrnehmungsapparat ähnelt einer Datenverarbeitungsanlage, die Informationen sammelt, vergleicht und speichert. Dabei werden Verknüpfungen vom Gehirn angelegt,

²⁶Vgl. Tunze, Wolfgang FAZ: Der zweite Anlauf in die dritte Dimension. [Online; Stand 21. Mai 2014] (URL: www.faz.net/aktuell/feuilleton/kino/3d-kino-der-zweite-anlauf-in-die-dritte-dimension-1593616.html).

geprüft oder verändert und somit ein Modell im Kopf erstellt. Auf diese Weise können wir selbst in Bruchteilen einer Sekunde eine große Informationsflut erfassen und verarbeiten. Die Modellbildung ermöglicht mittels der Verknüpfungen Gesehenes mit Neuem zu vergleichen.²⁷ Dadurch sind wir beispielsweise in der Lage, Gegenstände nach nur einmaligem Betrachten wiederzuerkennen, auch wenn diese uns teilweise verborgen sind oder wir sie aus einer anderen Perspektive wahrnehmen. Ein noch anschaulicheres Beispiel, welches auch zeigt, dass beim Sehen nicht nur ein Sinnesorgan angesprochen wird, ist folgendes: Jemanden zu beobachten, wie er in eine saure Zitrone beißt. Die Folge: Der Mund produziert vermehrt Speichel. Das Gehirn stellt die bereits vorhandenen Verknüpfungen in unserem Gedächtnis her und wir vergleichen das Gesehene mit unseren eigenen Erlebnissen, wobei das Gehirn dieses sogar neu aufleben lässt.

2.3.1 Auge und Gehirn

Das Gehirn arbeitet folglich bei der Wahrnehmung unumgänglich und symbiotisch mit den Augen zusammen. Ihr Zusammenspiel ist essenziell und geht fließend ineinander über. Die Retina wird daher auch des Öfteren als erster Ansatz des Gehirns bezeichnet.

2.3.1.1 Orientierung und Auswahl

„Das Umweltbild eines jeden Menschen besteht aus dem, was er sehen will, nicht aber aus dem, was sich ihm tatsächlich darbietet.“²⁸

Nach diesem Prinzip funktioniert die Auswahl unseres Sehprozesses. Diese physikalisch-geistige Selektion schränkt unsere Auffassungsgabe nicht ein, sondern schützt sie vor Überlastung. Im heutigen Alltag werden wir mehr denn je mit Texten, Bildern und Videos überflutet. Würden wir auch all diese Informationen aufnehmen und speichern, wären wir mit diesen Eindrücken bald überfordert. Das Auge und das Gehirn filtern aus diesem Grund schon frühzeitig das Umweltbild und fokussieren das Bewusstsein auf das, was uns interessiert.²⁹ Darin liegt auch das steigende Interesse der Werbeindustrie begründet, die so intensiv wie noch nie um unsere Aufmerksamkeit buhlt. Dieses Vorhaben gleicht in der heutigen Medienwelt einer Herkulesaufgabe. Oft können wir uns während einer Fernsehwerbung nicht mehr an den Spot erinnern, der noch vor 20 Sekunden lief. Vor allem das Internet und mobile Geräte haben dafür gesorgt, dass wir „alles“ schon

²⁷Vgl. Erhardt, Angelika: Einführung in die digitale Bildverarbeitung: Grundlagen, Systeme und Anwendungen ; mit 35 Beispielen und 44 Aufgaben. 1. Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2008, Studium, ISBN 978-3-519-00478-3, S.9.

²⁸Weber: Sehen, Gestalten und Fotografieren, S.14.

²⁹Vgl. a. a. O.

gesehen haben und unser Interesse nur noch sehr schwer geweckt werden kann. Diese Komplikation ist allerdings auch Teil der Motivation für den praktischen Part dieser Arbeit. Nämlich Aufnahmen zu erstellen, die nicht jeder schon zahlreiche Male gesehen hat und die Aufmerksamkeit erregen.

2.3.1.2 Bildverarbeitung

Der bereits mehrfach angesprochene Vergleich der Ähnlichkeit von Auge und Kamera darf bei der Bildverarbeitung nicht falsch verstanden werden. Im Gegensatz zu der Kamera ist der Mensch nicht in der Lage, Einzelbilder zu speichern und sie sich zu einem späteren Zeitpunkt wieder in Erinnerung zu rufen. Zum einen gibt es in der menschlichen Wahrnehmung keine Einzelbilder, da das Bild auf unserer Netzhaut ständig variiert. Bewegung der Augen, des Kopfes und Änderung der Position des Betrachters sind dafür verantwortlich. Zum anderen kann Gesehenes nicht eins zu eins in das Gedächtnis gerufen werden, da das Gehirn es bei der Speicherung zu Modellen verarbeitet. Eine Ausnahme bilden Menschen, die die Gabe eines „fotografischen Gedächtnisses“ besitzen.³⁰ Doch deshalb ist die Faszination von Fotos für uns umso größer. Sie können Momente bildgenau festhalten, wozu wir nicht in der Lage sind. Wie als Entschädigung dafür, erscheint das Ergänzungsvermögen des Gehirns. Es begnügt sich bereits mit kleinen Informationsbruchstücken und ergänzt diese unterbewusst zu einem Ganzen. Objekte können auf diese Weise sehr schnell erkannt und interpretiert werden. Die Gestaltungspsychologie leitet auf diesem Verhalten beruhend die Gestaltungsgesetze ab. Unter deren Beachtung entstandene Grafiken und Designs können vom Menschen leichter aufgenommen und verarbeitet werden. Besonders sensibilisiert ist unser visuelles System für Gesichter. Gesichter sind vom Informationsgehalt ähnlich umfangreich und komplex wie technische Zeichnungen, können jedoch wesentlich leichter erfasst und gedeutet werden. Schon nur im entferntesten menschenähnliche Züge lassen uns Gesichter erkennen, wo objektiv betrachtet nicht einmal ansatzweise welche sind.³¹

Dieser instinktive Prozess der Ergänzung ist zwar sehr nützlich, jedoch kann er sich auch negativ äußern, wie beispielsweise optische Täuschungen zeigen (2.3.2).

³⁰Vgl. Erhardt: Einführung in die digitale Bildverarbeitung: Grundlagen, Systeme und Anwendungen ; mit 35 Beispielen und 44 Aufgaben, S.21.

³¹Vgl. a. a. O., S.23.



Abbildung 2.5 – Baumgesicht

Quelle: www.illusionen.biz/blog/wp-content/uploads/2008/09/face-in-trees-illusion.jpg (abgerufen am 22.05.2014)

Wie gerne unser Gehirn Gesichter erkennen will, zeigt dieses Bild. Die Anordnung der Bäume und Äste lässt sofort das Gesicht eines Menschen in unserem Kopf entstehen.

2.3.1.3 Bildstabilisierung

Jeder, der schon einmal ein erstes Werk eines Amateurfilmers gesehen hat, weiß die Wichtigkeit der Bildstabilisierung zu schätzen. Die meist ohne Stativ gedrehten Aufnahmen wirken wie von einer Hüpfburg aus aufgenommen und rauben dem Betrachter jeglichen Filmgenuss. Verrissene Schwenks und verwackelte Zooms komplettieren den Alptraum jeder Augen. Der Kamera ist dabei kein Vorwurf zu machen, sie hat ihre Arbeit verrichtet und das aufgenommen, was ihr dargeboten wurde, inklusive aller Bewegungen. Selbst mit technischen Hilfsmitteln, wie einer Steadicam, funktionieren Stabilisierungssysteme in der Filmtechnik nicht annähernd so gut wie das des menschlichen Auges. Auch bei ständiger Fort- und Kopfbewegung vermittelt uns das Auge und das Gehirn ein ruhiges und ausgeglichenes Bild, frei von Störeinflüssen.³²

³²Vgl. Weber: Sehen, Gestalten und Fotografieren, S.14.

2.3.2 Optische Täuschungen

Optische Täuschungen kommen zustande, weil der Sehprozess subjektiv ist. Das bedeutet, dass die von unserem Auge erfassten Informationen von unserem Gehirn beeinflusst werden. Dabei spielt die Erfahrung eine wichtige Rolle, da das Gehirn versucht, Verbindungen herzustellen, um Objekte richtig einordnen zu können. Dass der Mensch optischen Täuschungen unterliegen kann, mag abwertend klingen, jedoch zeigen diese Phänomene auch, wie gut die Anpassung unseres Sehens funktioniert. Wahrnehmungstäuschungen können viele Aspekte des Sehens betreffen: Gleiche Gegenstände wirken unterschiedlich groß, gerade Linien schief oder wir sehen Dinge, die es überhaupt nicht gibt. Es folgen ein paar Beispiele zur Veranschaulichung.

Linien- und Mustertäuschungen

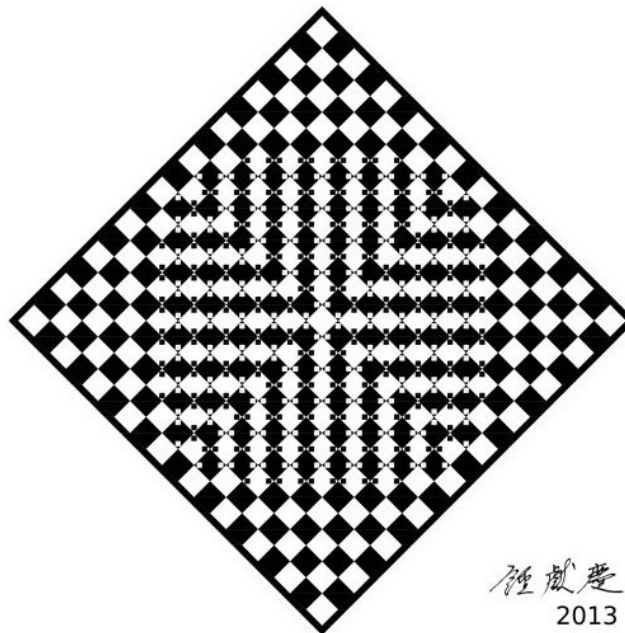


Abbildung 2.6 – Scheinbar gebogene Linien

Quelle: www.bilder4.n-tv.de/img/incoming/origs11865331/6148256848-w778-h550/Unbenannt-18.jpg (abgerufen am 22.05.2014)

Obwohl diese Abbildung ohne Kurven auskommt, nimmt unser Gehirn dennoch welche war. Es interpretiert die parallelen Linien in der Mitte als gewölbt.

Objektvervollständigung

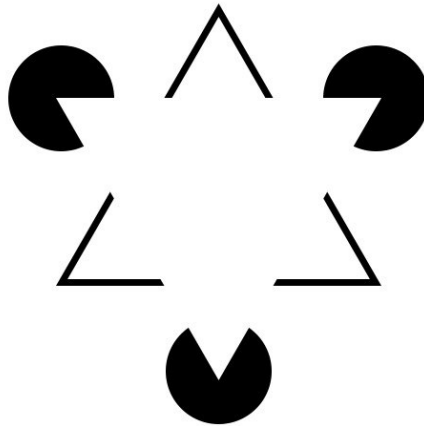


Abbildung 2.7 – Weißes Dreieck
Quelle: eigene Darstellung

In dieser Grafik erkennen wir ein weißes Dreieck, ungeachtet der Tatsache, dass nur drei unvollständige schwarze Kreise und drei Winkel dargestellt sind. Alleine die Andeutung der Umrisse eines Dreiecks reicht unserem Wahrnehmungssystem, diese in unserem Kopf zu vervollständigen.

Größentäuschung

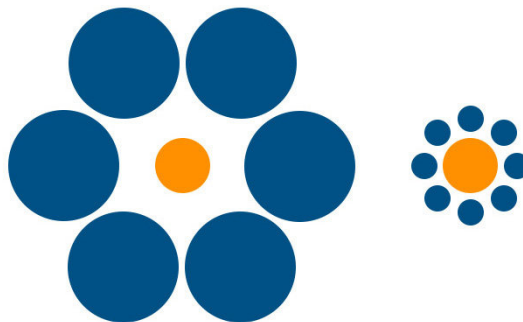


Abbildung 2.8 – gleichgroße Mittelkreise
Quelle: eigene Darstellung

Der linke Mittelkreis (orange), der von wenigen großen Kreisen umgeben ist, wirkt kleiner als der rechte. Die Kreise im Zentrum sind jedoch gleich groß.

2.4 Vergleich von Auge und Kamera

Basierend auf diesem Kapitel ist festzuhalten, dass das menschliche Auge und eine Kamera ähnliche oder gleiche Funktionsweisen besitzen. Manche Anforderungen meistert das Auge, manche die Kamera besser. Andere Eigenschaften wiederum sind völlig verschieden und lassen sich absolut nicht miteinander vergleichen.

Die Frage nach dem leistungsstärkeren Wahrnehmungsapparat kann folglich nicht eindeutig beantwortet werden, wenn auch das Auge in seinem Leistungsumfang vielfältiger ist. Um jedoch eine Einordnung vornehmen zu können, wird nun das Auflösungsvermögen einer Kamera dem des Auges gegenübergestellt. Zuvor sollte noch ein weiterer Unterschied bei der Bildaufnahme erläutert werden.

Fotos zeigen Dinge, die das menschliche Auge ähnlich, aber nicht genauso sieht. Die Kamera kann alles in ihrem Blickfeld in etwa gleicher Qualität abbilden. Das Auge hingegen konzentriert sich nur auf den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes und muss sich bewegen, um alles scharf sehen zu können. Beim Lesen kann diese Eigenschaft gut beobachtet werden: Text nimmt mit der Entfernung vom Bildmittelpunkt an Unschärfe zu. Aus diesem Grund ist die folgende Ermittlung der Auflösung des Auges für den Rand des Gesichtsfeldes unrepräsentativ.

Üblicherweise wird das Auflösungsvermögen des menschlichen Sehens nicht in Megapixel, sondern in Bogenminuten angegeben. Eine Bogenminute ist der sechzigste Teil der Winkelmaßeinheit Grad. Dies ist auch gleichzeitig der Abstand, den Sehobjekte mindestens voneinander haben müssen, um von einem durchschnittlichen Betrachter als getrennt wahrgenommen zu werden.³³ Übertragen ergibt sich daraus, dass zwei Bildpunkte bei einem Betrachtungsabstand von fünf Meter einen Millimeter voneinander entfernt sein müssen, um als separat erkannt werden zu können. Umrechnung dieser Werte für die Betrachtung eines Printproduktes bei einem Leseabstand von etwa 30 Zentimetern ergibt einen dpi-Wert von circa 300, was in der heutigen Drucktechnik als Standard gilt.

In Pixelwerten gesprochen hat das menschliche Auge eine Auflösung von durchschnittlich etwa 4,2 Megapixel. Bei einem in der Fotografie üblichen 3:2 Seitenverhältnis entspräche dies einem Foto von 2496 x 1664 Pixel.³⁴ Eine heute mittelmäßige Digitalkamera erreicht circa vier mal höhere Werte. In diesem Punkt ist die Kamera also leistungsstärker als das Auge. Das muss sie auch sein, da viele Fotografien nur Ausschnitte einer Aufnahme sind oder auch näher betrachtet nicht verpixelt wirken sollen.

³³Vgl. Westphalen, Christian: Die große Fotoschule: Digitale Fotopraxis. 2. Auflage. Bonn: Galileo Press, 2014, Galileo Design, ISBN 9783836223843.

³⁴Vgl. a. a. O.

3 Entwicklung der Fotografie

Der Begriff Fotografie setzt sich aus den zwei griechischen Wörtern *photos* (=Licht) und *graphein* (=malen/zeichnen) zusammen. Mit ihm wurden ab den 1830er Jahren Bilder bezeichnet, die durch Belichtung einer chemisch behandelten Oberfläche entstehen. In der heutigen Zeit wird hauptsächlich ein anderes Bildentstehungsverfahren verwendet (*3.3 Digitale Fotografie*), die daraus hervorgehenden Bilder werden jedoch weiterhin Fotografien oder kurz Fotos genannt. Ebenfalls nach wie vor ist Licht der Ausgangspunkt eines jeden Fotos. Den Akt der Fotografie als *Zeichnen mit Licht* zu betiteln, könnte in heutiger Hinsicht immer noch als zutreffend bezeichnet werden. Der Fotograf und Autor *Tom Ang* hält diesen synonymen Vergleich in seinem Buch *Fotografie* jedoch für unangemessen: „Fotografie als 'Malen mit Licht' zu bezeichnen ist eine ähnliche Untertreibung wie die Definition von Literatur als 'Schreiben mit einem Stift'.“¹

Auch wenn *Angs* Aussage möglicherweise etwas überspitzt wirken mag, kann aus heutiger Sicht seinem Zitat dennoch zugestimmt werden. Die Fotografie fasziniert die Menschen schon seit ihrer Erfindung, die Digitalisierung Ende der 60er-Jahren sorgte noch einmal für eine gewaltige Steigerung. Gemeinsame Entwicklungen von Soft- und Hardware waren Grundlage und „Startschuss für einen unglaublichen Kreativitätsschub.“² Moderne Technik und wachsende Fotocommunity fordern sich fortlaufend erneut heraus, neue Wege zu betreten.

Spätestens seit dem Zeitalter der in Mobiltelefone integrierten Kameras, sind Fotos in unserer Gesellschaft allgegenwärtig. Überall kann und wird fotografiert.³ Doch wie und warum die uns dabei zur Verfügung stehende Technik funktioniert, wissen die Wenigsten. Um die *Blackbox* Fotoapparat aufzuklären und um ein Verständnis der Möglichkeiten der Fotografie zu entwickeln, folgt ein kurzer Überblick über deren Geschichte und Entwicklung.

3.1 Die Vorgeschichte der Fotografie

Die Geschichte der Fotografie beginnt mit der Geschichte der Kamera. Bei Betrachtung eines heute handelsüblichen Fotoapparates scheint die Wortherkunft Kamera, aus dem lateinischen von Zimmer/Kammer, absurd und unnachvollziehbar. Zurückzuführen ist

¹Ang/Niehaus: *Fotografie: [Geschichte, Ausrüstung, Fotografen, Techniken]*, S.12.

²Gatcum, Chris: *Kreative Fotografie: 52 Wochenendprojekte*. Band 24470, Markt + Technik. München: Markt + Technik, 2010, ISBN 978-3-8272-4470-3, S.5.

³Vgl. Ang/Niehaus: *Fotografie: [Geschichte, Ausrüstung, Fotografen, Techniken]*, S.12.

die Namensgebung auf die *Camera Obscura*, eine Weiterentwicklung der Lochkamera. Sie ist der Vorläufer der heutigen Kamera. Die Camera Obscura ist ein dunkler (= *obscura*) Kasten mit einem Loch, durch welches Licht fällt und auf dessen Rückseite ein auf dem Kopf stehendes und spiegelverkehrtes Abbild der Außenwelt projiziert wird. Dieser Kasten hatte ursprünglich die Ausmaße eines Zimmers, daher die Bezeichnung *camera*.

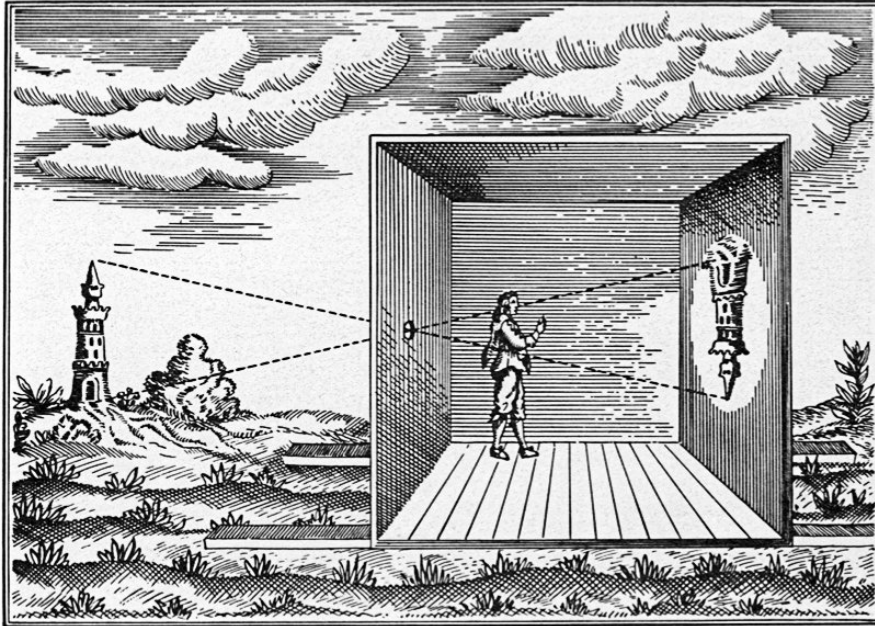


Abbildung 3.1 – Die Darstellung einer Camera Obscura aus dem 17. Jahrhundert
Quelle: www.wotwedid.files.wordpress.com/2013/04/camera-obscura-diagram.jpg
(abgerufen am 22.05.2014)

Auf ein exaktes Datum oder einen konkreten Entwickler kann diese Erfindung nicht zurückgeführt werden. Das Prinzip der Camera Obscura soll aber schon dem griechischen Philosophen *Aristoteles* (384–322 v. Chr.) bekannt gewesen sein. Quellen berichten, er habe mit dieser Erfindung eine Sonnenfinsternis beobachtet. Ebenfalls soll Aristoteles schon zu dem Schluss gekommen sein, dass mit einer kleineren Objektivöffnung eine schärfere Abbildung erzeugt werden kann.⁴

Größere Bedeutung und Erwähnung erreichte der Ursprung unserer heutigen Kamera erst im späten Mittelalter. Maler nutzten die Möglichkeit, Bilder zu projizieren, um so exakt und detailreich malen zu können wie nie zuvor. Technisch wurde die Camera Obscura durch Einführung einer Blende, austauschbarer Linsen und einer deutlich kleineren Bauweise verbessert.

⁴Vgl. Walter, Thomas: *MediaFotografie- analog und digital: Begriffe, Techniken, Web*. Berlin and New York: Springer, 2005, X.media.press, ISBN 3-540-23010-6, S.2.

Das Funktionsprinzip der Kamera wurde erstmals von Johannes Kepplar (1571–1630) mit dem des Auges verglichen.

Aufbau und Technik ähnelten bereits dem eines modernen Fotoapparates, jedoch war es bislang noch nicht möglich, die Abbilder in auch nur irgend einer Form zu speichern. Diese besondere Leistung gelang dem Franzosen Joseph Nicéphore Niépce um 1826. Die Fotografie zeigt den Blick aus seinem Arbeitszimmer und verlor, trotz einer Belichtungszeit von etwa acht Stunden, sehr schnell an Kontrast. Niépce verwendete für die Aufnahme eine Camera obscura, die auf eine mit lichtempfindlichem Asphalt beschichtete Glasplatte projizierte.⁵ Des Weiteren entwickelte er für seine Kameras eine Sammellinse sowie eine verstellbare Blende. Das Grundprinzip dieser Blende wird auch heute noch verwendet. Sie besteht aus sechs bis neun halbmondförmigen Metallplättchen, die stufenlos den Lichteinfall ins Objektiv regulieren können.

Der zweite nennenswerte Pionier der Fotografiegeschichte ist Louis Jacques Mandé Daguerre. Er war Theatermaler und von daher den Umgang und die Verwendung der Camera obscura bestens gewöhnt. Sein Beruf brachte ihn auch dazu, nach einer Methode zu suchen, Bilder ohne Stifte und Pinsel auf Leinwände aufzubringen. Dies bewegte ihn zur Zusammenarbeit mit seinem Landsmann Niépce, von welchem er viel über die Fototechnik lernte. Erst nach dem Tod von Niépce gelang es Daguerre, das chemische Verfahren soweit zu verbessern, dass die entstehenden Bilder dauerhaft gespeichert werden konnten. Das Verfahren nannte er Daguerreotypie und stellte es 1839 der Öffentlichkeit vor.⁶

Ein Foto zu schießen war zu dieser Zeit eine sehr komplexe und aufwändige Praktik. Für jede Aufnahme musste eine neue schwere Platte belichtet werden. Viele Aufnahmetechniken verlangten auch eine Bildentwicklung direkt vor Ort. Selbst die Laborarbeit stellte sich als gefährlich heraus, sodass manche Fotografen an den giftigen Quecksilberdämpfen erkrankten oder an ihnen erblindeten. Die Erstellung der Abzüge war ebenfalls noch sehr umständlich und eingeschränkt: Wer einen größeren Abzug wollte, brauchte auch eine größere Kamera.⁷

3.2 Klassische Fotografie

Der Grundstein war durch die Daguerreotypie gelegt worden. Mit ihrer Veröffentlichung durch die französische Akademie der Wissenschaft begannen allorts Versuche, das Verfahren weiter zu optimieren. Viele Ansätze zielten auf eine bessere Lichtempfind-

⁵Vgl. Ang/Niehaus: Fotografie: [Geschichte, Ausrüstung, Fotografen, Techniken], S.74.

⁶Vgl. a. a. O.

⁷Vgl. Westphalen: Die große Fotoschule: Digitale Fotopraxis.

lichkeit oder lichtstärkere Optiken ab. Lange Zeit blieb es allerdings unmöglich, die aufgenommenen Fotografien zu vervielfältigen. Dieses Problem wurde mit Entwicklung der Negativ-/Positivtechnik gelöst.⁸

Bereits mit der Entstehung begann auch der Zwist, ob die Fotografie der Kunst oder der Technik zuzusprechen sei. Auf einen Bereich lässt sich die Fotografie nicht beschränken, sie ist mehr als eine Kreuzung der beiden anzusehen. Ausgangslage dieser Fragestellung waren die damaligen Prognosen zu den Folgen dieser Erfindung. Viele glaubten, die klassische Malerei würde in Zukunft keine Rolle mehr spielen. Maler, die sich auf das realistische und detailreiche Zeichnen von Gegenständen und Personen spezialisiert hatten, befürchteten, überflüssig zu werden. Dabei war der Mensch bis in die 1840er Jahre als Fotografie-Motiv nicht auszudenken. Zu lange waren noch die Belichtungszeiten (siehe *Abbildung 3.2*), um ein scharfes Foto zu erzeugen. Spätestens ab 1850 hatten die zahlreichen Verbesserungen die Belichtungszeiten jedoch soweit verkürzt, dass die Fotografie für die Portraitmaler eine ernstzunehmende Konkurrenz darstellten. 20 Jahre später war es sogar möglich, Bewegungen festzuhalten. Dem Engländer Eadweard Muybridge gelang mit einem Foto beispielsweise der Nachweis, dass Pferde beim Galopp alle vier Hufe vom Boden abheben.⁹

Jahr	Belichtungszeit
1826	8 - 12 Stunden
1839	etwa 30 Minuten
1841	etwa 3 Minuten
1851	10 Sekunden
1900	1/1000 Sekunde

Abbildung 3.2 – Entwicklung der Belichtungszeiten
Quelle: Darstellung nach Thomas Walter

Um das Jahr 1870 entstanden auch die ersten Farbfotografien. Dabei wurde sich der *Dreifarbentheorie* bedient und durch grüne, blaue und rote Filter fotografiert. Übereinanderlegung erzeugte, basierend auf der additiven Farbmischung, den Eindruck eines farbigen Bildes.

⁸Vgl. Walter: MediaFotografie- analog und digital: Begriffe, Techniken, Web, S.7ff.

⁹Vgl. Ang/Niehaus: Fotografie: [Geschichte, Ausrüstung, Fotografen, Techniken], S.74.

3.3 Digitale Fotografie

Mit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts begann auch das Zeitalter der digitalen Fotografie. Ein lichtempfindlicher Sensor ersetzt hierbei den bisher verwendeten lichtempfindlichen Film. Dieser Sensor wandelt die Signale der Aufnahmen direkt von analog in digital um.¹⁰

Die erste handelsübliche Digitalkamera brachte Kodak mit der DCS-100 (DCS: Digital Camera System) im Jahre 1991 auf den Markt. Der verbaute Sensor erlaubte Aufnahmen mit einer damals atemberaubenden Auflösung von 1,3 Megapixel. Es bestand auch die Möglichkeit, mit einem zusätzlichen Schwarzweißmonitor die Aufnahmen zu betrachten oder den internen Speicher von 200 MB mit einer externen Festplatte zu erweitern. Mit Zubehör wog das Fotoequipment allerdings fünf Kilogramm und kostete umgerechnet circa 25.000 Euro.¹¹

Die Geschwindigkeit der weiteren Entwicklung der digitalen Fotografie kann nahezu als exorbitant schnell bezeichnet werden. Die Auflösungen und Bildqualitäten der Kameras verbesserten sich ständig während deren Kaufpreis fiel und somit den Weg zur Digitalfotografie für die breite Masse ebnete.

Dieser Erfolg wäre jedoch ohne zwei weitere Erfindungen, welche nahezu zeitgleich den Markt eroberten, nicht derart glorreich ausgefallen. Die Rede ist von dem Bildbearbeitungsprogramm *Adobe Photoshop* (1990) und der Internetanwendung *World Wide Web* (1993).

Die Bildbearbeitung via Computer verlieh der Digitalfotografie einen zusätzlichen Anreiz. Inzwischen ist Photoshop Standard, wenn es um die Verwendung von Software zur Bearbeitung, Manipulation oder Publikation von Fotos geht. Die Möglichkeiten, die Adobe mit ihrem Programm ihren Kunden bietet, sind schier unbegrenzt. Trotz vieler komplexer und umfangreicher Funktionen kommen auch Einsteiger ohne größere Schwierigkeiten mit diesem Programm zurecht. Dies verwischte die Grenze zwischen Berufs- und Hobbyfotografen zunehmend.

Auch das Internet half dabei mit, diese Grenze aufzulösen. Das World Wide Web war und ist eine ideale Plattform für die Veröffentlichung und Vermarktung von digitalen Fotos. In Sekundenschnelle können geschossene Bilder im Internet veröffentlicht und Menschen auf der ganzen Welt präsentiert werden.¹² Dennoch erscheint die Zahl von über neun Milliarden Fotos, die allein die Fotocommunity *flickr* heute hostet, extrem hoch. Täglich sollen weitere drei Millionen Bilder hinzukommen.¹³

¹⁰Vgl. Walter: MediaFotografie- analog und digital: Begriffe, Techniken, Web, S.13.

¹¹Vgl. Ang/Niehaus: Fotografie: [Geschichte, Ausrüstung, Fotografen, Techniken], S.110.

¹²Vgl. a. a. O.

¹³Vgl. eMarketing, Rabbit: flickr vs. Pinterest: Welche Foto-Community ist für Ihr Unter-



Abbildung 3.3 – Digitale Bildbearbeitung mit Adobe Photoshop
Quelle: eigene Fotografie und Bearbeitung

3.4 Videotechnik

Die Fotografie brachte dem Menschen die Möglichkeit, Momente festzuhalten und zu speichern. Diese Erfindung erweckte das Bedürfnis, nicht nur Momente, sondern auch Zeitabläufe festhalten zu wollen. Sowohl technische als auch ästhetische Ansprüche führten zur Weiterentwicklung der Fotografie und somit zur Entstehung des Bildspeichermediums Film.

Mit der Filmtechnik war es erstmals möglich, komplette Bewegungsabläufe aufzunehmen und wiederzugeben. Dazu wurden in kurzen regelmäßigen Abständen Einzelbilder aufgenommen und auf einem reißfestem Zelluloidstreifen belichtet.¹⁴ Ab einer Abspielrate von 15 Bildern pro Sekunde kann das menschliche Auge Einzelbilder nicht mehr unterscheiden und nimmt diese als Film mit flüssigen Bewegungen wahr. Bei Dunkelheit können noch weniger Frames pro Sekunde erkannt werden.¹⁵

nehmen richtig? [Online; Stand 21. Mai 2014] <URL: www.rabbit-emarketing.de/2013/05/14/flickr-vs-pinterest-welche-foto-community-ist-f%C3%BCr-ihr-unternehmen-richtig/>.

¹⁴Vgl. Schmidt, Ulrich: Digitale Film- und Videotechnik: [Filmeigenschaften, Videotechnik und HDTV, Filmabtastung, High Definition Kamera, digitale Aufzeichnung, Digital Intermediate, Digital Cinema]. Digitale Film- und Videotechnik 2008, S.24.

¹⁵Vgl. Groos/Amberg/Schäffler: Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen, S.204.

Das erste Filmwiedergabegerät war eine Weiterentwicklung der *Laterna Magica*. Die Laterna Magica funktioniert nach dem umgekehrten Prinzip der Camera Obscura: Die Lichtquelle befindet sich innerhalb des Kastens. Auf diese Weise wird das vor das Loch geschobene Bild von hinten beleuchtet und auf eine Projektionsfläche geworfen. Zum Abspielen von Filmmaterial wurde dieses Verfahren durch eine Mechanik ergänzt, die den Filmstreifen vor der Blende rotiert.

Die Geschichtsschreibung datiert den Anfang der Filmgeschichte mit dem Jahr 1895. Quellen lassen zwar vermuten, dass schon früher Filme produziert wurden, doch ab diesem Zeitpunkt wurden die Werke auch öffentlich vorgeführt. Die Auswirkung auf das Publikum war enorm. Die bewegten Bilder lösten Faszination und Begeisterung bei ihren Zuschauern aus. Innerhalb weniger Monate entstanden an verschiedenen Orten Einrichtungen, in welchen Besuchern regelmäßig kurze Filmstreifen gezeigt wurden. Die Unterhaltungseinrichtung Kino war geboren. Der Name wurde von dem damals verbreiteten Filmprojektor *Cinématographe* der Gebrüder Lumière abgeleitet.¹⁶

¹⁶Vgl. Wolf, Claudia: Arthur Schnitzler und der Film: Bedeutung. Wahrnehmung. Beziehung. Umsetzung. Erfahrung. Karlsruhe: Univ.-Verl. Karlsruhe, 2006, ISBN 9783866440586, S.12.

4 Zeitrafferfotografie

Wie bereits in der Einführung beschrieben, werden bei einer Zeitrafferaufnahme (*time lapse*) mehrere Fotos in regelmäßigen Abständen aufgenommen. Diese werden anschließend zu einem Video konvertiert und in einem Bruchteil der Aufnahmedauer abgespielt. Es handelt sich also um die Wiedergabe von Fotografien und nicht um beschleunigte Videos einer Filmkamera. Zeitrafferfilme sind demnach eine Form kreativer Fotografie. Natürlich ist es auch möglich, Zeitraffer durch Erhöhung der Abspielgeschwindigkeit von normalen Videos zu erzeugen. Diese Methode ist jedoch deutlich unflexibler und wird daher eher selten praktiziert. Sie wird auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit nicht weiter vertieft.

Die Ergebnisse von Timelapse-Aufnahmen sind oft faszinierend, da Bewegung und Veränderung visualisiert werden können, deren langsamer Ablauf von einem menschlichen Auge nicht erkannt werden könnte.¹ Beliebte Beispiele sind das Ziehen von Wolken, Sonnenuntergänge und das Aufblühen von Pflanzen. Als Timelapse-Vorläufer, wenn auch in abstrakter Form, könnte ein Familienfotoalbum bezeichnet werden. Es zeigt Fotos von Personen über eine gewisse Zeitspanne und veranschaulicht dadurch Veränderung und Wachstum.²

¹Vgl. Wegner, Gunther: Zeitraffer - Aufnehmen und Bearbeiten. 4. Auflage. 2014, S.11.

²Vgl. Gatcum: Kreative Fotografie: 52 Wochenendprojekte.



Abbildung 4.1 – Timelapse-Aufnahme sich öffnender Tulpen
Quelle: eigene Aufnahmen

Dieses Kapitel behandelt schrittweise den Prozess, der während der Produktion eines Zeitrafferfilms durchlaufen wird. Der Autor geht hierbei auf benötigtes Equipment für die Aufnahmen, Software zur Bearbeitung und Hinweise zu Kameraeinstellungen näher ein. Es werden Tipps und Erkenntnisse vermittelt, um einen leichten und effizienten Einstieg in die Sparte der Zeitrafferfotografie zu ermöglichen. Dieses Kapitel richtet sich jedoch nicht nur an Gelegenheitsfotografen mit begrenzten Ressourcen, sondern auch an Fotografen mit fundierteren Vorkenntnissen. Unter Verwendung von Auszügen des praktischen Teils dieser Arbeit werden dem Leser zudem Erklärungen verdeutlicht und gewähren ihm Einsicht in den Workflow des Produzenten.

4.1 Equipment

Grundsätzlich wird für das Erstellen eines Zeitrafferfilms außer einer digitalen Kamera kein zusätzliches Equipment benötigt. Wer jedoch einen gewissen Anspruch an das Ergebnis hat und auf etwas Komfort nicht verzichten will, sollte sich einige zusätzliche Geräte anschaffen. Elementares Zubehör wie Akku, Speicherkarte oder einen Computer zur späteren Bearbeitung sollten selbstverständlich sein und bleiben im Folgenden unerwähnt.



Abbildung 4.2 – Sliderschiene, Timer und Kamera für eine Zeitrafferaufnahme
Quelle: eigene Fotografie

4.1.1 Kamera

An die Kamera wird prinzipiell keinen besonderen Anspruch gerichtet, sodass auch eine schlichte Kompaktkamera verwendet werden kann. Einige Fotoapparate dieser Leistungsklasse besitzen die Funktion einer Intervallauslösung. Ist diese Funktion nicht vorhanden, muss das Intervall mit einer Stoppuhr gemessen und der Auslöser manuell betätigt werden. Diese Vorgehensweise wird nicht empfohlen, da sie sehr mühselig ist und sie die Motivation und Begeisterung des Fotografen schnell zunichte machen kann. Um diese Technik schlichtweg auszuprobieren, kann aber durchaus so verfahren werden. Auch

können viele Smartphones durch Verwendung entsprechender Apps zur Erstellung von Zeitrafferaufnahmen befähigt werden.

Um bessere Ergebnisse zu erzielen, sollte für die Aufnahme eine Digitale Spiegelreflexkamera (DSLR) benutzt werden. Diese versetzen den Benutzer in die Lage, sämtliche seiner Kameraeinstellungen manuell zu treffen, wozu möglichst geraten wird (*4.2.3 Kameraeinstellungen*). DSLRs der Marke *Nikon* bieten meist schon von Haus aus eine integrierte Intervallfunktion. Modelle des Marktkonkurrenten *Canon* können erst nach dem Aufspielen einer alternativen Firmware (*Magic Lantern*: www.magiclantern.fm) Fotos in definierten Zeitabständen aufnehmen.

Optional kann für beinahe alle Kameramodelle auch ein externer Intervallometer verwendet werden. Über eine solche Fernbedienung lassen sich Intervalle und Auslösedauer per Funk oder Kabel konfigurieren. Bei der Verwendung eines Funkintervallometers sollte bedacht werden, dass hier zwei Batteriesätze zum Einsatz kommen. Diese sollten dann natürlich vor jeder Fotosession geprüft werden.

Von den Einstellungsmöglichkeiten sind diese zusätzlichen Auslöser meist identisch mit den integrierten Funktionen, bieten jedoch eine komfortablere Handhabung. Zudem bietet diese Arbeitsweise den Vorteil, dass die Aufnahmereihe extern gestartet und gestoppt werden kann. Das bedeutet, dass an der Kamera selbst nichts mehr gedrückt werden muss und somit Wackler und Veränderung der Ausrichtung vermieden werden.

Schließlich sollten noch Kameras der *GoPro*-Reihe erwähnt werden, die eine interessante und preiswerte Option respektive Alternative sind. Zwar lassen diese keine manuelle Belichtung zu, jedoch bieten sie andere Vorteile. Die vorgegebenen Intervallabstände ($[0,5]$, $[1]$, $[2]$, $[5]$, $[10]$, $[30]$ und $[60]$ Sekunden) ermöglichen keine sekundengenaue Abstimmung, gewährleisten allerdings eine einfache Bedienung und decken die gebräuchlichsten Zeiten nahezu vollständig ab. Die kleine und kompakte Bauweise erlaubt auch einen flexiblen und ungewöhnlichen Gebrauch und bietet somit Kreativität und Einsatzmöglichkeiten viel Spielraum. Beispielsweise ist das Befestigen einer GoPro auf einer Eieruhr zur Erzeugung eines Schwenks innerhalb eines Zeitraffers unter Kennern eine gebräuchliche Vorgehensweise. Des Weiteren ist das eingebaute Weitwinkelobjektiv hervorragend für Timelapse-Aufnahmen geeignet.



Abbildung 4.3 – Spiegelreflexkamera mit Fisheye-Objektiv und Intervalltimer
Quelle: eigene Fotografie

4.1.2 Stativ

Ebenso wie ein Intervallmodus für die Kamera sollte einem Zeitrafferfotografen ein Stativ zur Verfügung stehen. Das Stativ sollte der Kamera einen sicheren und wackelfreien Stand gewähren und auch bei Verwendung eines schwereren Objektivs zu gebrauchen sein. Bei Timelapse-Aufnahmen ist ein sicherer Stand der Kamera besonders wichtig, da nur so für jedes Foto der Langzeitreihenaufnahme der exakt gleiche Bildausschnitt gehalten werden kann (gilt nicht für Aufnahmen mit einer kontrollierten Kamerabewegung: siehe 4.1.4 *Slider*). Abweichungen des Bildausschnitts machen sich später bei der Erstellung des Videos als Wackler bemerkbar und sind nur mühsam wieder zu korrigieren. Bei Aufnahmen in der freien Natur können bereits leichte Windstöße die Kameraausrichtung verändern und für kleine aber störende Sprünge im Endergebnis sorgen.

4.1.3 Objektiv

Bei der Objektivwahl sind tendenziell eher Weitwinkelobjektive zu bevorzugen, da mit diesen Brennweiten viele Effekte am eindrucksvollsten zum Vorschein kommen. Die Brennweitenspanne kann pauschal aber nicht eingegrenzt werden, da manche Situationen auch für Teleobjektive sprechen.

Überdurchschnittlich lichtstark müssen Objektive für Zeitrafferaufnahmen nicht sein, da eine geringe Schärfentiefe meist nicht erwünscht ist. Eine Ausnahme bilden Sterne- und Nachtfotografien, bei welchen eine hohe Lichtstärke von Vorteil ist.³

4.1.4 Slider

Mit bewegter Kamera aufgenommene Zeitraffer wirken besonders erstaunlich. Die Bewegung verleiht den Aufnahmen Dynamik und lässt sie noch imposanter erscheinen. Realisiert werden solche Kamerafahrten mit einem sogenannten Slider oder Dolly.

Dies ist ein Schlitten, auf welchem die Kamera montiert wird, der von einem Motor über eine Schiene bewegt wird. Überlicherweise kann der Slider mit einem Controller programmiert werden, um den Bewegungsablauf des Schlittens exakt zu bestimmen. Bei der Programmierung muss die für die Aufnahme festgelegte Intervalldauer unbedingt mit einbezogen werden. Ansonsten kann es vorkommen, dass der Schlitten im Moment der Auslösung verfahren wird und das Foto bei einer längeren Belichtungszeit verwischt.

Die Sliderschiene muss nicht zwangsweise horizontal ausgerichtet, sondern kann auch schräg aufgebaut werden. Ein stabiler Stand sollte allerdings zum Schutz des Equipments unbedingt eingehalten werden. Für den Gebrauch in der Wildnis und an anderen von Strom abgeschiedenen Orten kann der Slider praktischer Weise auch mit handelsüblichen AA-Batterien betrieben werden.

In der Zeitrafferfotografie wird nahezu ausnahmslos manuell fokussiert, mehr dazu im Abschnitt 4.2.3.4 *Fokussierung*. Auf Grund dessen sollte bei Aufnahmen mit einem Slider mit einer hohen Schärfentiefe gearbeitet werden, da sich der Abstand zwischen Kamera und Motiv und somit auch die Position des Brennpunktes ändert.

Die Ergebnisse einer Slideraufnahme werden aber nur dann spektakulär, wenn das Bild auch einen *Vordergrund* hat. Dieser sorgt auf noch intensivere Weise als bei einem herkömmlichen Foto für Tiefe im Bild beziehungsweise im Video. Durch die Kamerafahrt bewegen sich für uns Vordergrund und Hintergrund mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und sorgen somit für einen reizvollen Effekt. Der Timelapse-Experte *Gunther Wegner* vertritt in seinem Buch *Zeitraffer — Aufnehmen und Bearbeiten* die Meinung, dass ein Einzelbild eines Zeitraffers — allein betrachtet — immer auch ein „gutes“ Foto sein sollte.⁴

³Vgl. Wegner: Zeitraffer - Aufnehmen und Bearbeiten, S.17f.

⁴Vgl. a. a. O., S.21.

4.1.5 Sonstiges

Das hier aufgeführte Equipment kann als „nice to have“ bezeichnet werden, dem Fotografen aber manche Shootings deutlich erleichtern.

Akku/Netzgerätadapter

Während die Aufnahmedauer für das Ziehen von Wolken relativ gut abgeschätzt werden kann, ist sie beispielsweise für das Aufblühen von Blumen nur schwer vorherzusagen. Daher ist es nur sinnvoll, die Kamera zur Sicherheit schon früher als benötigt auslösen zu lassen, um nicht etwa den spannendsten Moment zu verpassen. Das zehrt natürlich am Akku. Wie lange die Akkulaufzeit ist, kann zwar ungefähr abgeschätzt werden, jedoch ist es trotzdem nicht unwahrscheinlich, dass die Reihenaufnahme eine gewisse Zeit unterbrochen oder die Kamera beim Akkuwechsel verstellt wird. Die Akkulaufzeit wird maßgeblich von den Faktoren Aufnahmezeitspanne, Intervalldauer und Verschlusszeit beeinflusst. Natürlich benötigt das Display noch viel Strom, weshalb es nachdem die Aufnahme läuft deaktiviert werden sollte.

Ein Netzgerätadapter kann vor allem für Aufnahmen, die sich über mehrere Tage erstrecken - ein Beispiel wäre der Wachstum von Pflanzen - eine deutliche Erleichterung darstellen.

Nebenbeschäftigung

Sobald alle Einstellungen getroffen und der Auslöser betätigt wird, sind häufig lange Wartezeiten unausweichlich. In manchen Situationen, wie zum Beispiel im Studio, kann die Kamera problemlos unbeaufsichtigt ihre Arbeit verrichten. Meistens ist dies jedoch nicht der Fall, sodass der Fotograf auch während des Shootings bei seinem Equipment bleibt. Wer sich in dieser Zeit nicht langweilen oder Hunger leiden möchte, sollte sich vorher passende Utensilien einpacken. Etwas zum Lesen ist oftmals die beste Nebenbeschäftigung, um eine längere Timelapse-Aufnahme unterhaltsam durchzustehen.

4.2 Aufnahmen

Das Aufnehmen von Zeitrafferfilmen kann viel Geduld erfordern. Die Dauer einer Aufnahme reicht von einigen Minuten bis zu mehreren Tagen. Umso ärgerlicher ist es, in der Postproduktion einen Fehler in den Kameraeinstellungen zu bemerken und das Shooting neu ansetzen zu müssen. Manchmal ist dies erst nach längerer Wartezeit oder überhaupt nicht mehr möglich. So muss beispielsweise auf einen klaren Nachthimmel

oder Quellwolken gewartet werden. Eine misslungene Aufnahme beim ersten Aufblühen einer Pflanze oder der eines herrlichen Sonnenuntergangs kann in der Art nahezu nicht mehr wiederholt werden. Folglich sollte eine gute Vorbereitung für jedes Zeitrafferprojekt getroffen werden. Es folgt ein Leitfaden mit Punkten, die bei einer Timelapse-Aufnahme beachtet werden sollten. Die Orientierung liegt bei der Arbeit mit einer Digitalen Spiegelreflexkamera.

4.2.1 Auswahl des Motivs

Bei der Auswahl des Motivs muss verinnerlicht werden, dass dieses sich (üblicherweise) verändert, wächst oder bewegt. Die Kadrierung des Bildes muss also nicht nur so gewählt werden, dass es auf dem ersten Foto gut aussieht, sondern auch noch auf dem letzten Bild. Eine Blume kann sich aus dem Bildausschnitt bewegen oder die Sonne heraus wandern. Tendenziell sollte der Ausschnitt daher etwas größer gewählt werden, da dieser auch in der Postproduktion noch angepasst werden kann. Zudem ist ein größer gewählter Bildausschnitt eine bessere Ausgangslage, um in der Nachbearbeitung einen Zoom als stilistisches Mittel hinzuzufügen.

Vor allem bei der Verwendung einer bewegten Kamera — Schwenk oder Fahrt — muss der Bildausschnitt der Anfangs- und Endposition überprüft werden. Wie bereits im Abschnitt 4.1.4 *Slider* erwähnt wurde, sollte bei der Motivwahl beim Einsatz eines Sliders ein Vordergrund vorhanden sein, um die Fahrt auf ideale Weise zur Geltung zu bringen. Fehlt der Vordergrund, wird die Wirkung der Bewegung abgeschwächt, da das Motiv zu nichts in Relation gesetzt werden kann.

4.2.2 Timereinstellungen

Die Intervalldauer hängt maßgeblich davon ab, was fotografiert werden soll. Jedoch spielt auch die eingesetzte Brennweite eine Rolle. Bei kurzen Brennweiten (Weitwinkel) können die Zeiten etwas länger gewählt werden als bei Teleobjektiven.

Die folgende Tabelle zeigt Richtwerte für einige Motive.

Motiv	Intervalldauer
<i>Passanten, Aufnahmen aus dem Auto, schnell bewegende Objekte</i>	1 - 2 Sekunden
<i>ziehende Wolken, Autos, Schiffe</i>	3 - 5 Sekunden (am häufigsten genutzt)
<i>Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, langsame Objekte</i>	6 - 10 Sekunden
<i>Sternenfotografie, wandernde Schatten</i>	~ 30 Sekunden
<i>blühende/wachsende Pflanzen, Verderbende Lebensmittel, langsame Veränderungen</i>	> 3 Minuten

Abbildung 4.4 – gebräuchliche Timereinstellungen

Quelle: eigene Darstellung nach Gunther Wegner

Bei Unsicherheit oder vorgegebenen Intervallen sollte vorsorglich eine kürzere Auslösefrequenz gewählt werden. Bei der späteren Umwandlung in ein Video besteht immer noch die Möglichkeit, dieses schneller ablaufen zu lassen. Die umgekehrte Methode, also einen Film langsamer ablaufen zu lassen, ist nicht empfehlenswert und sollte vermieden werden. Dies würde sich bei der Wiedergabe mit unflüssigen Bewegungen oder Rucklern bemerkbar machen.⁵ Nach einigen Zeitrafferaufnahmen entwickelt sich ein Gespür für angemessene Einstellungen.

Ein weiterer Punkt, der bei der Timereinstellung beachtet werden sollte, ist das Verhältnis von der Belichtungszeit zu der Intervalldauer. Das Intervall startet mit Beginn der Auslösung. Wenn die Verschlusszeit länger als die Intervalldauer ist, wird ohne Pause ein Foto nach dem anderen geschossen. Es wird daher geraten, die Intervalldauer länger als die Belichtungszeit zu wählen, um zeitliche Fehlauslösungen zu vermeiden.

4.2.3 Kameraeinstellungen

Bevor eine Aufnahme gestartet wird, sollte ein Fotograf die folgenden Einstellungen an seiner Kamera überprüfen. Diese können und sollen wie eine Art Checkliste verinnerlicht und abgehakt werden, um nach getaner Arbeit ein optimales Ergebnis zu erhalten.

⁵Vgl. Wegner: Zeitraffer - Aufnehmen und Bearbeiten, S.35.

Fotografisches Grundwissen

Mit der Kenntnis und dem Verständnis darüber, wie eine Kamera belichtet, fällt es wesentlich einfacher diese „richtig“ einzustellen. Die Belichtung kann über die drei Parameter Blende, Verschlusszeit und die Lichtempfindlichkeit (ISO) beeinflusst und kontrolliert werden. Zusätzlich lässt sich auf dem Objektiv noch ein Neutral-Dichte-Filter (ND) aufbringen, um den Lichteinfall auf den Sensor zu mindern.

Blende Bei der Blendenreihe sind die Abstufungen so definiert, dass jede Blendenstufe nur noch halb so viel Licht durchlässt wie die vorherige:

0.7, 1, 1.4, 2.0, 2.8, 4.0, 5.6, 8, 11, 16, 22 ...

Dies bedeutet umgekehrt, dass Blende 5.6 die doppelte Lichtmenge von Blende 8 durch das Objektiv lässt. Im Hinblick auf die Zahlenwerte könnte jedoch vermutet werden, dass Blende 4 doppelt so lichtdurchlässig ist. Dies ist allerdings ein Trugschluss. Die Zahlenwerte kommen zustande, da sich der Blendendurchmesser bei jeder Blendenstufe um den Faktor $\sqrt{2}$ verkleinert beziehungsweise vergrößert. Die Blendenzahl wird durch Multiplikation dieses Faktors mit der vorherigen Zahl und anschließender Rundung gebildet.

Beispiel 1: $2 * \sqrt{2} = 2,828... \approx 2.8$

Beispiel 2: Zwischen Blende 2 und Blende 16 liegen sechs Blendenstufen. Die Lichtdurchlässigkeit variiert somit um den Faktor $6^2 \Rightarrow$ Blende 2 ist 64 Mal lichtdurchlässiger als Blende 16.

Hinweis: Zusätzlich bestimmt die Blende maßgeblich die Schärfentiefe. Eine niedrige Blendenzahl bedeutet auch eine niedrige Schärfentiefe, was in der Fotografie oftmals erwünscht ist.

Verschlusszeit Bei der Verschlusszeit sind die Zahlenwerte auf Grund der Einheit aussagekräftiger. Sie wird in Sekunden angegeben und ist der Zeitraum, in welchem der Verschluss der Kamera offen ist und somit der Sensor belichtet wird. Hier ist es einleuchtend, dass bei einer Belichtungszeit von $\frac{1}{60}$ s doppelt so viel Licht einfällt wie bei einer Belichtungszeit von $\frac{1}{120}$ s, da der Verschluss auch doppelt so lange geöffnet ist.⁶

Hinweis: Neben der Dauer der Belichtung kann mit der Verschlusszeit Bewegungsschärfe erzeugt oder vermieden werden. Ein fahrendes Auto würde

⁶Vgl. Wegner, Gunther: Blende, ISO, Belichtungszeit einfach erklärt. [Online; Stand 27. Juni 2014] (URL: www.gwegner.de/know-how/blende-iso-belichtungszeit-einfach-erklart/).

bei einer längeren Belichtung infolge der schnellen Bewegung verwischt abgebildet werden, da es sich, während der Verschluss geöffnet war, logischerweise auch fortbewegt hat. Für ein scharfes Foto muss die Belichtungszeit folglich sehr kurz gewählt werden.

Für Aufnahmen ohne Stativ sollte die Verschlusszeit nicht länger als $\frac{1}{60}$ s gewählt werden, um Verwackler zu vermeiden.

Lichtempfindlichkeit (ISO) Wird von der Lichtempfindlichkeit des Sensors gesprochen, wird meist der Begriff ISO verwendet. Je höher der ISO-Wert, desto lichtempfindlicher der Sensor. Eine Veränderung der ISO-Zahl beeinflusst nicht die einfallende Lichtmenge. Diese wird jedoch von der Kamera elektronisch verstärkt oder gedämpft. Eine zu große Verstärkung führt zu einem Bildrauschen, weshalb der ISO-Wert nur so hoch wie unbedingt nötig gewählt werden sollte.⁷

Hinweis: Gute Spiegelreflexkameras können mit ISO-Werten bis 1600 ein Bildrauschen nahezu vermeiden.

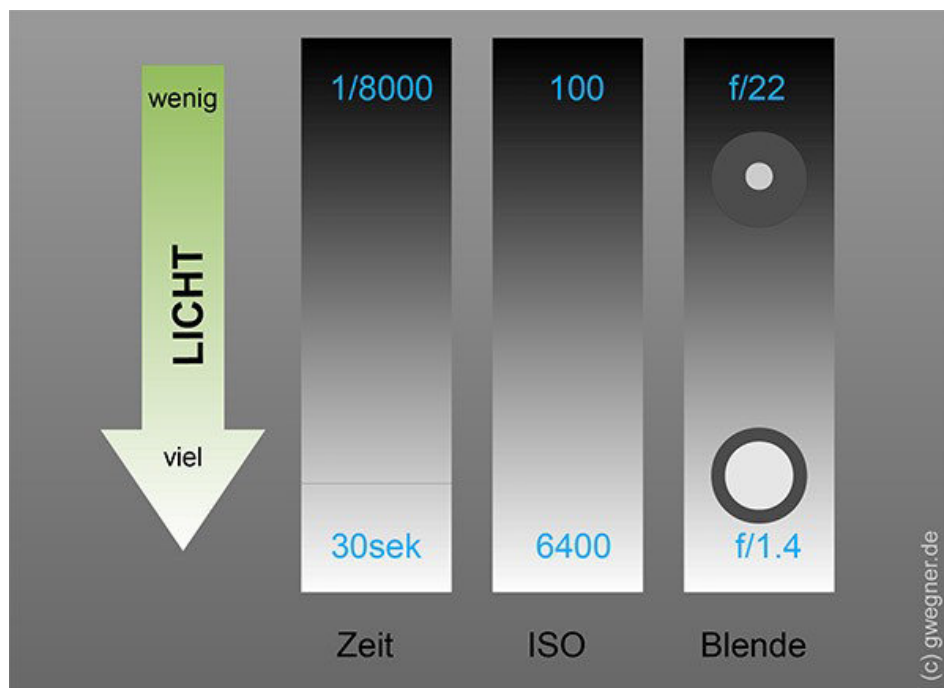


Abbildung 4.5 – Parameter zur Einstellung der Belichtung

Quelle: www.gwegner.de/wp-content/myfotos/2013_diverse/Zeit-Blende-ISO.jpg
(abgerufen am 29.06.2014)

⁷Vgl. Wegner: Blende, ISO, Belichtungszeit einfach erklärt.

4.2.3.1 Aufnahmemodus

Selbst wenn ein automatisch belichtetes Foto ein gutes Ergebnis verspricht, sollte die Kamera grundsätzlich im manuellen Modus „M“ betrieben werden. Bei einer automatischen Belichtung kann es vorkommen, dass bereits zwei aufeinander folgende Bilder sehr unterschiedlich aufgenommen werden. Dies kann durch eine aufziehende Wolke oder ein sich in den Bildausschnitt bewegendes Objekt verursacht werden. Eine automatische Belichtungsmessung würde die veränderten Lichtbedingungen anpassen und zu einer Abweichung zu dem Vorgängerfoto führen. Unterschiedliche Belichtungen bringen den späteren Film zum Flackern, was im Fachjargon als *Flickering* bezeichnet wird.⁸

4.2.3.2 Blende

Bei der Belichtung muss wie bei der klassischen Fotografie die Blende und die Verschlusszeit aufeinander abgestimmt werden. Ein großer Unterschied ist jedoch, dass bei Timelapse-Aufnahmen einer niedrigen Schärfentiefe meistens kein großer Wert beigegeben wird. Da die Schärfentiefe maßgeblich über die Blende definiert wird, sollte nicht zwangsweise mit einer Offenblende oder sehr lichtstarken Objektiven gearbeitet werden.

Es wird jedoch oft dazu geraten, eine offene Blende zu benutzen. Dies liegt daran, dass die Blende ein mechanisches Bauteil ist, das bei jeder Auslösung erneut auf den eingestellten Wert geschlossen wird und es dadurch zu Toleranzen bei jeder Aufnahme kommen kann.⁹ Dieses Phänomen wird Blenden-Flickern genannt.

Hier wird dazu geraten, ein Kompromiss aus offener Blende und gewünschter Schärfentiefe zu finden. Pauschal mit einer Offenblende zu fotografieren und dadurch Einschränkungen in der Bildästhetik hinzunehmen, ist nicht immer der beste Ansatz. Es sollte darauf geachtet werden, wie stark sich das Blenden-Flickern bei der eigenen Kamera bemerkbar macht und dementsprechend reagiert werden.

4.2.3.3 Verschlusszeit

Ob die Blende auf die Verschlusszeit angepasst oder anders herum verfahren wird, sollte unter Bedacht der Geschwindigkeit der sich im Bild bewegendes Objekte geschehen. Dazu sollte auch vorher überlegt werden, ob die sich bewegendes Objekte scharf dargestellt werden sollen oder eine Bewegungsunschärfe erwünscht ist. Dies kann beispielsweise bei einer Aufnahme mit Passanten der Fall sein. Wer sich unsicher darüber ist, ob er diesen

⁸Vgl. Wegner: Zeitraffer - Aufnehmen und Bearbeiten, S.22.

⁹Vgl. a. a. O.

Effekt in seinem Werk haben will, dem sei zu einer kürzeren Belichtungszeit und somit zu einer scharfen Darstellung geraten. Die Bewegungsunschärfe kann auch später in der Nachbearbeitung mit der Software LRTimelapse (4.3.2 *LRTimelapse*) leicht simuliert werden.

Die Tabelle zeigt einige Richtwerte von Verschlusszeiten für das „Einfrieren“ von sich bewegendem Objekten.

Motiv	Richtung der Motivbewegung		
	Richtung Kamera	90° zur Kamera	45° zur Kamera
<i>Fußgänger</i>	<i>1/30 s</i>	<i>1/125 s</i>	<i>1/60 s</i>
<i>Jogger</i>	<i>1/60 s</i>	<i>1/250 s</i>	<i>1/125 s</i>
<i>Fahrradfahrer</i>	<i>1/250 s</i>	<i>1/1000 s</i>	<i>1/500 s</i>
<i>Pferd im Galopp</i>	<i>1/500 s</i>	<i>1/2000 s</i>	<i>1/1000 s</i>
<i>Auto (50 km/h)</i>	<i>1/250 s</i>	<i>1/1000 s</i>	<i>1/500 s</i>
<i>Auto (160 km/h)</i>	<i>1/1000 s</i>	<i>1/4000 s</i>	<i>1/2000 s</i>

Abbildung 4.6 – Richtwerte von Verschlusszeiten
Quelle: eigene Darstellung nach Tom Ang

4.2.3.4 Fokussierung

Wie fast alle Einstellungen sollte auch der Fokus manuell bedient werden. Bei einem aktiven Autofokus kann es neben unnötig verbrauchter Akkuleistung zu unterschiedlichen Schärfepunkten in den Aufnahmen kommen, da die Kamera vor jedem Foto erneut fokussiert. Entweder wird dies verursacht durch eine Fehlfokussierung, was bei einer langen Reihenaufnahme nicht unwahrscheinlich ist, oder durch ein sich ins Bild bewegendes Objekt, wie eine Person oder Fahrzeug.

4.2.3.5 Bildformat

Zuletzt bleibt noch die Entscheidung zwischen den Bildformaten RAW und JPG. Wie bei nahezu allen Bereichen der Fotografie wird mit dem RAW-Format ein besseres Ergebnis erzielt, da in der Nachbearbeitung deutlich mehr aus den Bildern „herausgeholt“

werden kann. Voraussetzung hierfür ist natürlich eine große Speicherkapazität, da vor allem bei längeren Reihenaufnahmen erheblich mehr Speicherplatz als bei der Verwendung des komprimierten JPG-Formats benötigt wird. Mit heutiger Software können auch JPGs ordentlich bearbeitet werden, sodass auch dieses Format eine wahrzunehmende Option sein kann.

4.2.4 Aufnahmen unter erschwerten Bedingungen

Aufnahmen unter erschwerten Bedingungen bedeutet in diesem Fall, dass hohe Dynamikumfangfänge auftreten, sprich Aufnahmen bei sich stark verändernden Helligkeitsverhältnissen. Jeder, der sich an die Zeitrafferaufnahme eines Sonnenaufgangs oder -untergangs heranwagt, wird auf die Problematik der Belichtung dieser Situation treffen. Die ersten Fotos werden noch ohne Probleme gut belichtet, doch meist werden nach gewisser Zeit mehr und mehr Bildbereiche über- beziehungsweise unterbelichtet. Einen sanften Übergang in einen anderen Helligkeitsbereich ohne Flickern und mit durchgehend guter Belichtung wird in der Szene als *Holy Grail* bezeichnet, weil es als sehr schwer erachtet wird, dies zu erreichen.

Eine Lösung dessen ist es, die Belichtung nach gewisser Zeit manuell nachzujustieren und die daraus entstehenden Helligkeitssprünge in der Postproduktion auszugleichen. Eine gute und effiziente Methode stammt von dem bereits mehrfach erwähnten deutschen Fotografen Gunther Wegner. Seine Software LRTimelapse bietet im Zusammenspiel mit Adobe Photoshop Lightroom eine Möglichkeit, die Korrekturen der Belichtung anzugleichen und somit im späteren Film unbemerktbar zu machen.

Bei der Anpassung der Belichtung sollte darauf geachtet werden, dass dies nicht zu oft geschieht. Sie sollte daher immer um einen relativ großen Schritt geändert werden, sobald die Dynamikgrenze erreicht ist. Dadurch werden die später zu korrigierenden Übergänge auf ein Minimum reduziert. Dies erspart Bearbeitungszeit und mindert das Risiko, im Endergebnis doch einen Helligkeitssprung zu haben.¹⁰

Hinweis

Bei einer Timelapse-Aufnahme werden in „kurzer“ Zeit relativ viele Bilder aufgenommen. Daher ist der Verschleiß von Spiegelreflexkameras ein oft diskutiertes Thema in der Foto-community. Auf Grund der mechanischen Bewegung des Spiegels bei jeder Aufnahme befürchten viele Fotografen bei der Zeitrafferfotografie einen schnellen Defekt ihrer Kamera und halten sich von diesem Gebiet fern. Unbestreitbar ist die begrenzte Lebensdauer

¹⁰Vgl. Wegner: Zeitraffer - Aufnehmen und Bearbeiten, S.29f.

von DSLRs, welche durchschnittlich zu etwa 100.000 Auslösungen fähig sind. Jedoch berichten viele Timelapse-Fotografen von erheblich mehr Auslösungen ohne Probleme. Auf der Gegenseite gibt es allerdings auch Berichte von Kameras, bei welchen es nach deutlich weniger Fotos bereits zu Schäden am Verschluss gekommen ist.¹¹ Experten in diesem Gebiet vertreten allgemein die Meinung, dass es sich für das Ergebnis lohnt dieses Risiko einzugehen. Gunther Wegner rät den Besuchern seines Forums, sich keine Gedanken über dieses Thema zu machen. Eine Kamera sei zum Fotografieren da und verliere durch herumliegen mehr an Wert als durch viele Aufnahmen. Ein Hobby koste Geld und die Anschaffung einer neuen Kamera nach vielen Aufnahmen der alten lohne sich, antwortet Wegner auf die Frage nach der Lebensdauer einer Spiegelreflexkamera.¹²

4.3 Bearbeitung

Bei der Bearbeitung geht es nicht nur darum, noch einmal „das beste aus den geschossenen Fotos herauszuholen“, sondern auch um die Umwandlung der Bilderreihen in ein gängiges Videoformat. Eine sehr gute Variante dafür ist die Kombination aus Adobe Photoshop Lightroom und LRTimelapse.

Während des Workflows werden die beiden Programme nicht eines nach dem anderen, sondern abwechselnd eingesetzt. LRTimelapse wurde speziell entwickelt, um einfach und effizient im Zusammenspiel mit Lightroom Zeitrafferfilme produzieren zu können.

4.3.1 Adobe Photoshop Lightroom

Adobe Photoshop Lightroom wird dazu verwendet, Fotografien zu verwalten und zu bearbeiten. Die Software eignet sich auch sehr gut für die Entwicklung von „rohen“ Dateiformaten (RAW). Lightroom arbeitet nicht-destruktiv, das bedeutet, dass die Originaldatei nicht verändert wird, sondern lediglich die Metadaten. Erst nach dem Export werden die Änderungen in einer neuen Datei umgesetzt.

Adobe Photoshop Lightroom kann als Testversion oder lizenziert von der Adobe-Webseite (www.lightroom.adobe.com) heruntergeladen werden. Die kostenlose Testversion ist 30 Tage gültig und hat einen uneingeschränkten Funktionsumfang.

¹¹Vgl. Kikin, Oleg: Camera Shutter Life Expectancy Database. [Online; Stand 07. Juli 2014] [\(URL: www.olegkikin.com/shutterlife/\)](http://www.olegkikin.com/shutterlife/).

¹²Vgl. Wegner, Gunther: LRTimelapse Forum - Lebensdauer Kamera Verschluss. [Online; Stand 07. Juli 2014] [\(URL: www.forum.lrtimelapse.com/Thread-lebensdauer-kamera-verschluss\)](http://www.forum.lrtimelapse.com/Thread-lebensdauer-kamera-verschluss).

4.3.2 LRTimelapse

LRTimelapse macht es möglich, jedes Bild einer Reihenaufnahme in kürzester Zeit individuell zu bearbeiten. Dies wird durch die Verwendung von Keyframes möglich. Diese werden zu Beginn des Workflows an wichtigen Bildern generiert. Danach folgt der erste Softwarewechsel zu Lightroom, bei welchem lediglich die Bilder mit den Keyframes bearbeitet werden. Anschließend berechnet LRTimelapse die Zwischenwerte für alle Fotos ohne Keyframes, so dass jedes Bild automatisch individuell angeglichen wird.

Auch LRTimelapse bietet eine kostenlose Testversion im Netz (www.lrtimelapse.com/download) an. Diese ist sogar zeitlich unbegrenzt nutzbar. Die Bearbeitung ist hier jedoch auf Bildsequenzen mit maximal 400 Fotos eingeschränkt. Doch selbst mit dieser Begrenzung lässt sich die Software professionell nutzen, da der Wert von 400 Bildern für viele Situationen ausreichend ist. Andernfalls muss eine Lizenz erworben werden.

4.3.3 Der Workflow

1. In LRTimelapse (1. Zeile)

Der Standard-Workflow beginnt mit der Auswahl der zu bearbeitenden Bildsequenz in LRTimelapse. Daraufhin beginnt die Software, die Bilder zu initialisieren. Hierbei werden die Fotos für den Transfer in Lightroom vorbereitet. Dadurch wird beispielsweise beim Import in Lightroom automatisch ein 16:9 Beschnitt für das spätere Video gesetzt.

Das Interface von LRTimelapse wurde so realisiert, dass die aufeinander folgenden Schritte von links nach rechts abgearbeitet werden können. Die Schrittfolge wurde in zwei Zeilen unterteilt, welche die Schnittstelle zu einem anderen Programm verdeutlichen.

Nach der Initialisierung werden die erwähnten Keyframes erzeugt. Diese können von der Software entweder automatisch ermittelt oder manuell vom User angelegt werden. Bei der automatischen Variante richtet sich die Anzahl der Keyframes nach den Helligkeitsunterschieden der Bildsequenz. Die Zahl der Keyframes liegt gewöhnlich zwischen zwei und fünf.

Mit dem Speichern dieses Arbeitsschrittes in die Metadaten (XMP) der Fotografien endet der erste Arbeitseinsatz von LRTimelapse und Lightroom kann gestartet werden.

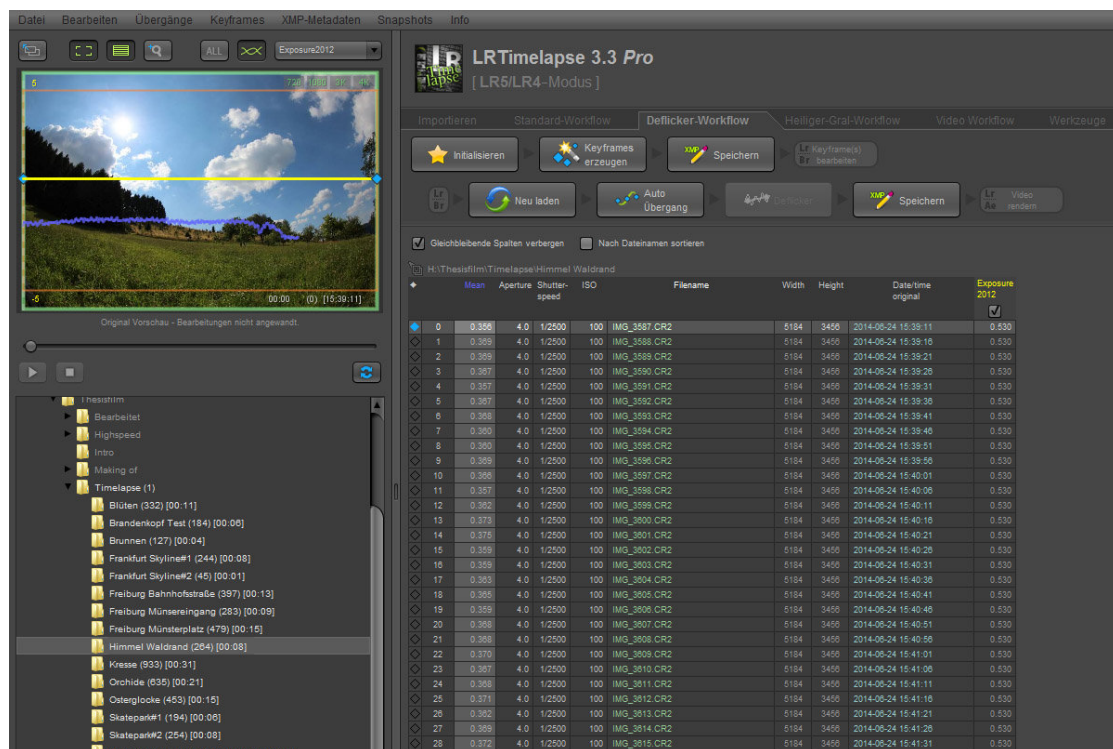


Abbildung 4.7 – Initialisierung einer Bildsequenz in LRTimelapse
Quelle: eigene Darstellung

2. In Adobe Photoshop Lightroom

Nach dem Import in Adobe Photoshop Lightroom können die Keyframe-Bilder wie gewohnt bearbeitet werden. Dabei sollte chronologisch vorgegangen werden. Durch die Installation von LRTimelapse kann die Sequenz nach Bildern gefiltert werden, die ein Keyframe besitzen. Um einen durchgängigen Stil zu wahren empfiehlt sich, die Änderungen des ersten Fotos zu kopieren und auf dem nächsten einzufügen. Anschließend können noch einmal Anpassungen vorgenommen werden. Bei Aufnahmen, in denen sich wenig am Bildinhalt, insbesondere der Helligkeit, ändert, ist dies im Gegensatz zu Aufnahmen mit großem Dynamikumfang (Sonnenaufgang) meist nicht notwendig.

So sollte mit allen Keyframes verfahren werden, bevor die Werte dieser Bearbeitung in ihren Bildern gespeichert werden und der nächste Softwarewechsel stattfindet.



Abbildung 4.8 – Userinterface für die Bearbeitung eines Keyframes
Quelle: eigene Darstellung

3. In LRTimelapse (2. Zeile)

Mit einem Klick auf den „Neu laden“-Button werden die eben in Lightroom geänderten Metadaten erfasst. Der nächste Schritt („Auto-Übergang“) ermittelt mathematisch für die Bilder zwischen den Keyframes entsprechende Werte, um einen sauberen Übergang zwischen allen Bildern der Sequenz zu erhalten. Das bedeutet, dass auch alle Änderungen, die in Lightroom vorgenommen wurden, wie zum Beispiel Belichtung oder Sättigung, auch auf die übrigen Bilder übertragen werden.

Dank dieser Software sind auch Szenen, bei denen das erste Bild deutlich anders belichtet werden muss als das letzte — ein Beispiel wäre hier klassischer Weise der Sonnenuntergang — kein Problem. Nachdem die Bilder mit Keyframes bearbeitet wurden, ermittelt LRTimelapse die Zwischenwerte und sorgt somit für einen schönen Verlauf im Video.

4. In Adobe Photoshop Lightroom

Zurück in Lightroom müssen nun die Metadaten aus den Dateien gelesen werden. Bei erfolgreicher Arbeit müssten bei diesem Schritt die Bearbeitungsänderungen für alle Bilder übernommen werden. Hat dies geklappt, können die Fotos mit Änderungen exportiert werden. Aus diesen neu generierten Dateien wird anschließend das Video konvertiert. Nach abgeschlossenem Export öffnet sich automatisch ein Video-Render-Dialogfenster von LRTimelapse.

5. In LRTimelapse (Videorendering)

In diesem Dialogfenster können Einstellungen wie Format oder Geschwindigkeit für das Video getroffen werden. Erwähnenswert hierbei ist die bereits angesprochene Möglichkeit, Bewegungsunschärfe hinzuzufügen. Dies kann in drei Intensitäten getan werden.

Für eine detailliertere Beschreibung oder eine Anleitung zur Bearbeitung von Sequenzen mit manuell geänderter Belichtung (*Holy Grail*) wird auf die Webseite von LRTimelapse verwiesen: www.lrtimelapse.com/tutorial.



Abbildung 4.9 – Timelapse-Aufnahme einer Schnecke
Quelle: eigene Aufnahmen

5 Zeitlupenfotografie

Eine Zeitlupenaufnahme wird erstellt, indem bei der Aufnahme eine höhere Bildfrequenz verwendet wird als bei der Wiedergabe. Sie ist somit das Gegenteil der Zeitraffertechnik. Die normale Abspielgeschwindigkeit liegt bei 24 (Kino), 25 (Deutsches Fernsehen) oder 30 (Amerikanisches Fernsehen) Bildern pro Sekunde.

Es ist auch möglich, eine normal gefilmte Aufnahme langsamer abzuspielen und dadurch einen Zeitlupeneffekt zu erzeugen. Bei dieser Methode werden Zwischenbilder generiert, die die fehlenden Bilder ersetzen sollen. Dies macht sich bei der Wiedergabe jedoch schon bei geringer Verlangsamung bemerkbar und ist qualitativ mit tatsächlich aufgenommenen Bildern nicht zu vergleichen.¹

Zeitlupen oder umgangssprachlich auch bekannt als *Slomos* (Slow Motion) werden mit Hochgeschwindigkeitskameras aufgenommen. Diese werden in der heutigen Videowelt immer häufiger eingesetzt: Ob als stilistisches Mittel im Film, zur besseren Veranschaulichung von Bewegungsabläufen im Sport oder zur Kontrolle von extrem schnellen Maschinenbewegungen in der Industrie.

Moderne Hochgeschwindigkeitskameras können über 20.000 Bilder pro Sekunde schießen und dadurch eine Sekunde in Echtzeit auf mehrere Videominuten ausdehnen. Umgerechnet bedeutet dies eine um den Faktor 800 verlangsamte Wiedergabe.

5.1 Equipment

Bei dem Equipment für das Erstellen von Highspeedvideos ist vor allem die Kamera wichtig. Zwar können auch einige Filmkameras (Beispiel: GoPro) mit erhöhter Bildfrequenz aufnehmen, dieser Teil der Thesis widmet sich aber ausschließlich speziellen Highspeedkameras, welche deutlich höhere fps-Werte erreichen.

5.1.1 Kamera

Die maximale Framerate einer digitalen Hochgeschwindigkeitskamera hängt meist mit der gewählten Auflösung zusammen. Das bedeutet, dass bei der höchsten Bildfrequenz Einschränkungen in der Auflösung hingenommen werden müssen. Dies liegt daran, dass der Mikroprozessor der Kamera immer nur dieselbe Datenmenge pro Zeit verarbeiten

¹Vgl. Holzfuss, Joachim: Analoge und Digitale Hochgeschwindigkeitskinematographie. [Online; Stand 17. Juni 2014] <URL: www.iap.tu-darmstadt.de/fileadmin/nlp/paper/tm.pdf>.

kann. Diese Datenmenge setzt sich logischer Weise aus der Bildauflösung sowie der Aufnahmegeschwindigkeit zusammen.²

Ein weiterer Faktor, der in der Abhängigkeit der Framerate steht, ist die Aufnahmedauer. Eine Erhöhung der fps-Zahl hat eine Verkürzung der längst möglichen Aufnahmedauer zur Folge. Dies führt jedoch meist zu keinen Engpässen oder Problemen, da bei sehr hohen Frameraten eine kurze Aufnahme völlig ausreichend ist.

Der Grund für diese Einschränkungen in der Auflösung und Aufnahmedauer ist die extrem schnell anfallende Datenmenge. Die Fotos können von vielen Kameras auf Grund der hohen Geschwindigkeit während der Aufnahme nicht in Echtzeit über eine externe Schnittstelle abgespeichert werden. Daher bleiben sie bis Aufnahmeende im beschränkten Pufferspeicher der Kamera. Erst dann können die Fotos über eine Schnittstelle (Ethernet) auf ein externes Speichermedium übertragen werden.

Der Pufferspeicher von Highspeedkameras verhält sich in der Regel wie ein Ringspeicher. Das bedeutet, dass die Kamera schon vor der Auslösung unentwegt aufnimmt. Im Pufferspeicher befindet sich folglich ein ständiger Datenstrom der aber erst bei einem Triggersignal gespeichert wird. Durch diese Technik ist es möglich, auch sehr kurze Vorgänge im richtigen Moment festzuhalten.³

Die Speicherung der Daten wird üblicherweise mit einem verbundenen Laptop organisiert, mehr dazu im Punkt *5.1.4 Laptop*.

²Vgl. Holzfuss: Analoge und Digitale Hochgeschwindigkeitskinematographie.

³Vgl. Preiß, Walter: Hochgeschwindigkeitskamera - Gewusst Wie. [Online; Stand 27. Juni 2014] (URL: www.fen-net.de/walter.preiss/d/slomofaq.html).



Abbildung 5.1 – Highspeedkamera
Quelle: eigene Fotografie

5.1.2 Stativ

Das Stativ sollte auf Grund der relativ großen und schweren Bauweise der Hochgeschwindigkeitskameras sehr robust und stabil sein. Die Kameras lassen sich gewöhnlich auf einer normalen Stativplatte aufbringen, so dass auch herkömmliche Fotostative verwendet werden können. Da Hochgeschwindigkeitskameras sehr teuer sind, sollte nicht an der falschen Stelle gespart und ein schwaches Stativ verwendet werden.

5.1.3 Beleuchtung

Eine große Anzahl von Bildern pro Sekunde bedeutet auch eine sehr kurze Belichtungszeit. In den meisten Situationen ist daher eine zusätzliche externe Beleuchtung erforderlich. Viele gefilmte Objekte müssen sehr stark ausgeleuchtet werden, um erkenntlich abgebildet zu werden. Die Beleuchtungsintensität erhöht sich mit der Framerate.

Bei der Beleuchtung sollte darauf geachtet werden, dass diese flackerfrei ist. Bei hohen Aufnahmegeschwindigkeiten kann es bei manchen Scheinwerfern auf Grund der Netzfrequenz zu einem Flackern im Video kommen. Daher werden verbreitet LED-Scheinwerfer eingesetzt. Ausnahme für eine sehr starke Belichtung sind Situationen, in

denen beispielsweise Explosionen oder Feuer gefilmt werden. Eine zu lichtempfindliche Einstellung führt zu einer Überbelichtung während der Reaktion.

5.1.4 Laptop

Ohne einen Laptop können viele HG-Kameras nicht betrieben werden. Einige Hersteller liefern deshalb zu der Kamera direkt einen Laptop mit aufgespielter Software mit. Der Laptop wird mittels Ethernet an die Kamera angeschlossen. Da diese meistens keine direkten Bedienmöglichkeiten besitzen, werden so gut wie alle Einstellungen über die Software getroffen. Lediglich die Brennweite und der Fokus werden manuell am Objektiv gewählt.

Das Programm zur Bedienung der Kamera ist in der Regel vom Hersteller speziell entwickelt worden. Im Allgemeinen ist es relativ schlicht aufgebaut. Es lassen sich Einstellungen wie Framerate, Belichtung und Triggerposition treffen oder auch Farbkorrekturen können vorgenommen werden.

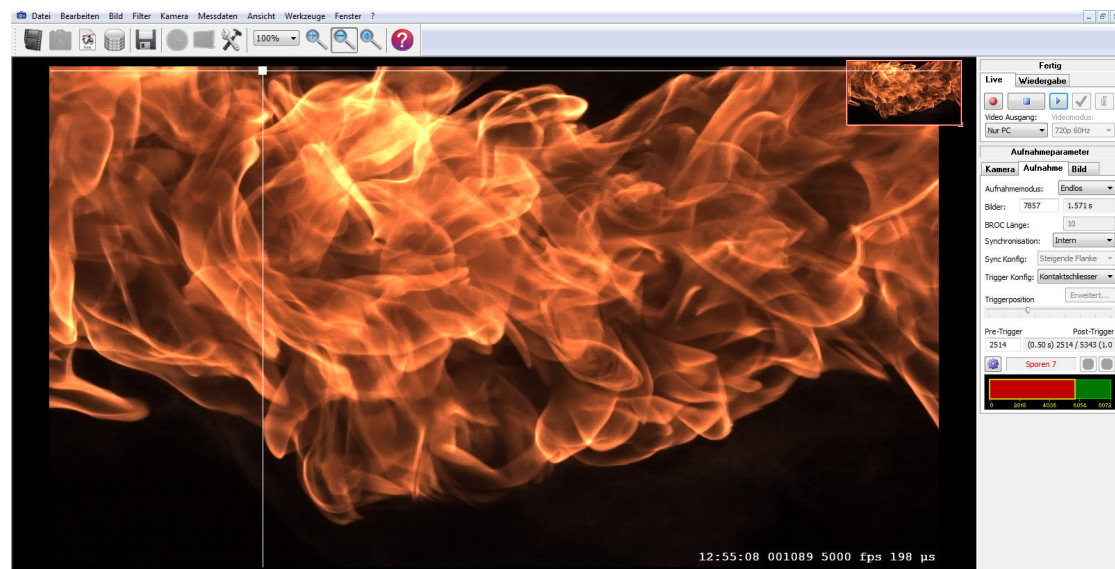


Abbildung 5.2 – User Interface der Software *Motion Studio* für Kameras der *MotionPro*-Reihe

Quelle: eigene Darstellung

Beim Abspeichern der Aufnahme stehen gewohnheitsmäßig mehrere Dateiformate zur Auswahl. Die aufgenommene Sequenz kann entweder in Form von Einzelbilder oder direkt als komprimiertes Video ausgegeben werden. Bei Letzterem sollte auf die Qualität der Komprimierung geachtet werden, welche hin und wieder zu keinem guten Ergebnis

führt. Sollte dies der Fall sein, wird eine Ausgabe in Einzelbilder empfohlen, welche anschließend manuell in ein Video konvertiert werden müssen.

5.1.5 Auslöser

Bei Hochgeschwindigkeitsaufnahmen werden überwiegend Vorgänge aufgezeichnet, für deren Wahrnehmung das menschliche Auge zu langsam ist. Dementsprechend schwierig ist es, die Aufnahme im richtigen Moment zu starten. Diese Problematik wird mit Hilfe eines externen Auslösers, einem Trigger, in Zusammenarbeit mit dem Pufferspeicher nahezu aufgelöst.

Dank der ständigen Aufnahme des Pufferspeichers der Kamera wird bereits vor Auslösung aufgenommen. In der Software kann eingestellt werden, wie lange vor beziehungsweise wie lange nach dem Triggersignal aufgenommen werden soll. Dieses Verfahren ermöglicht es auch, sehr kurze Vorgänge gut abpassen zu können.

5.2 Aufnahmen

Auch für die Aufnahmen mit einer Hochgeschwindigkeitskamera bedarf es einer guten Vorbereitung. Finden die Dreharbeiten in der freien Natur und nicht in einem Studio statt, erschwert sich die Situation, da ein Großteil der Ausrüstung auf eine Stromversorgung angewiesen ist. Zwar können manche Kameras sowie nahezu alle Laptops auch mit einem Akku betrieben werden, jedoch kann auch bei hellem Tageslicht zusätzliche Beleuchtung von Nöten sein. Diese kann in der Regel nicht mit einem Akku betrieben werden, sondern muss direkt an das Stromnetz angeschlossen werden.

5.2.1 Kameraeinstellungen

Bei den Kameraeinstellungen stellt sich zuerst die Frage nach der benötigten Framezahl. Wie schnell sind die Bewegungen des Motivs und wie viele Bilder pro Sekunde werden gebraucht, um dieses Ereignis am besten festzuhalten? Dabei sollte auch die gewünschte Auflösung des späteren Videos bedacht werden, da diese und die Aufnahmegeschwindigkeit sich gegenseitig einschränken. Soll beispielsweise ein Video in Full-HD produziert werden, sollte die Bildauflösung zu Beginn der Arbeit entsprechend festgelegt werden. Bei den Aufnahmen können dann allerdings nur die in dieser Auflösung zur Verfügung stehenden Frameraten benutzt werden. Ist hingegen eine hohe Aufnahmegeschwindigkeit entscheidend für das Ergebnis, sollte zuerst die fps-Zahl gewählt werden. Bei der Wahl der Aufnahmegeschwindigkeit wird darauf hingewiesen, dass wie bei der Zeitrafferfotografie

das spätere Video ohne Probleme schneller abgespielt werden kann, eine zusätzliche Verlangsamung allerdings vermieden werden sollte. Daher sollte zu höheren Frameraten tendiert werden.

Die Blende wird üblicherweise offen gelassen, um die vorhandene Helligkeit optimal zu nutzen. Bei einer Highspeedaufnahme wird meistens versucht, die Szene besonders hell zu gestalten. Spielt der Faktor Helligkeit keine Rolle, kann die Blende auch geschlossen und somit Einfluss auf die Schärfentiefe genommen werden.

5.2.2 Triggereinstellungen

Mit der Betätigung des Triggers wird das Signal zur Aufnahme an die Kamera geleitet. Wie bereits erwähnt wurde, kann dank des Pufferspeichers auch schon eine gewisse Zeit vor der Auslösung aufgezeichnet werden. Je nachdem was für ein Ereignis gefilmt werden soll und wie das eigene Vorgehen bei der Auslösung ist, wird der Triggerpunkt eingestellt. Dieser legt fest, wie lange vor und wie lange nach Betätigung des Triggers aufgenommen werden soll. Die Zeiträume können dabei nicht beliebig gewählt werden, sondern müssen sich aus der maximalen Aufnahmedauer zusammensetzen. Beträgt diese Dauer beispielsweise zwei Sekunden, so kann der Zeitraum für die Aufnahme auf 0,5 Sekunden vor und 1,5 Sekunden nach dem Triggersignal eingestellt werden. Die Aufteilung wird meist so gewählt, dass der Triggerpunkt im ersten Drittel liegt, wobei dies wie beschrieben von dem gefilmten Ereignis und den eigenen Reflexen abhängig ist.

5.2.3 Beleuchtung

Vor der Aufnahme sollte das Motiv gut ausgeleuchtet werden. Nur in wenigen Situationen reicht bloßes Tageslicht als Lichtquelle aus. Vor allem bei Geschwindigkeiten von 4000 oder mehr Bildern pro Sekunde wird sehr viel Licht benötigt. Wie im Punkt *5.1 Equipment* aufgeführt, sollten die einzusetzenden Scheinwerfer flackerfrei sein. Dies kann am einfachsten mit einer Probeaufnahme überprüft werden.

5.2.4 Exporteinstellungen

Anders als bei herkömmlichen Kameras kann das Ausgabeformat bei den meisten Highspeedkameras erst nach der Aufzeichnung bestimmt werden. Die Software bietet gewöhnlich einen Export in verschiedene Bild- und Videoformate an. Die Ausgabe eines Videoformates beinhaltet oftmals eine Komprimierung, weshalb hierbei auf die Qualität des exportierten Videos geachtet werden sollte. Wer zu diesem Zeitpunkt oder generell

ohne Verlust arbeiten möchte, wählt die Einzelbildausgabe im TIFF-Format. Wie aus einer Bilderreihe ein Video generiert werden kann, wird im folgenden Kapitel erläutert.

5.3 Bearbeitung

Bei der Bearbeitung von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen hat sich im Gegensatz zu der von Zeitraffern bislang kein weit verbreiteter Workflow kristallisiert. Dies liegt unter anderem daran, dass Hochgeschwindigkeitskameras in der Wissenschaft eingesetzt werden, in welcher wenig Wert auf die Ästhetik und damit die Nachbearbeitung gelegt werden. Außerdem variieren die Ansätze, weil das Ausgangsmaterial in verschiedenen Formaten vorliegen kann und dadurch andere Software verwendet werden muss.

Der im folgenden beschriebene Workflow wurde für den praktischen Teil dieser Arbeit angewandt und ist sowohl für Aufnahmen im Videoformat als auch Einzelbildsequenzen praktikabel.

5.3.1 Adobe Premiere

Adobe Premiere ist ein kommerzielles Film- und Videoschnittprogramm. Wie viele andere Produkte von Adobe ist es in der Welt der Mediengestalter weit verbreitet und wurde daher als geeignete Software ausgewählt. Außerdem empfiehlt es sich, durch die einfache Umwandlung von Bildersequenzen zu einem Videoclip sowie der Möglichkeit deren direkter Weiterbearbeitung. Bei der Weiterbearbeitung handelt es sich neben der Beschneidung der Clips hauptsächlich um Farbkorrektur.

Wie nahezu alle Programme von Adobe, kann Premiere von der Herstellerseite kostenlos als 30-Tage-Testversion heruntergeladen werden. Der Funktionsumfang ist wie von Adobe gewohnt uneingeschränkt.

5.3.2 Der Workflow

Liegt das Ausgangsmaterial als Einzelbildsequenz vor, muss diese zunächst als Videoclip interpretiert werden. Um dies zu erreichen, wird im Importdialogfenster das chronologisch erste Bild ausgewählt und ein Häkchen bei *Bildsequenz* gesetzt. Die Software wandelt dann automatisch beim Import alle Bilder mit fortlaufendem Dateinamen in ein Videoclip um. Jedes Bild stellt dabei ein Frame dar. Ob die Bildsequenz im TIFF- oder JPG-Format vorliegt spielt keine Rolle, ausschlaggebend ist lediglich eine einheitlich fortlaufende Dateibenennung.

Anschließend kann eine Farbkorrektur vorgenommen oder die Abspielgeschwindigkeit verändert werden. Bei einer Veränderung der Abspielgeschwindigkeit sollte aber wie bereits mehrfach angesprochen keine zusätzliche Verlangsamung erzeugt werden, da sich dies im Endergebnis schnell bemerkbar machen kann.

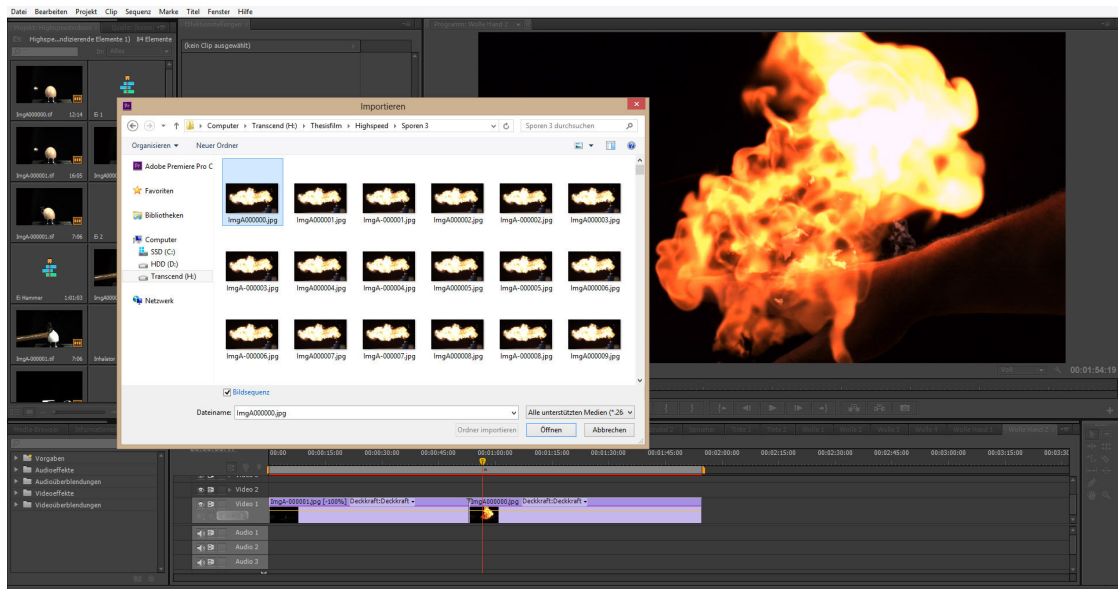


Abbildung 5.3 – Import einer Bildsequenz mit Adobe Premiere
Quelle: eigene Darstellung

6 Mikrofotografie

Die dritte und letzte Fotografieart, auf welche eingegangen wird, ist die Mikrofotografie. Während mit den zuvor behandelten Techniken Vorgänge veranschaulicht werden können, die zu schnell oder zu langsam ablaufen, um vom menschlichen Auge erkannt werden zu können, zeigt die Mikrofotografie Objekte, die zu klein für unsere Wahrnehmung sind. Hierbei handelt es sich um einzelne Momentaufnahmen und nicht wie bisher um Bild- oder Videosequenzen. Diese werden unter Verwendung eines Mikroskops mit angeschlossener Kamera aufgenommen.

Im Bereich der Fotografie sind Mikroskope deshalb interessant, weil mit ihnen Strukturen und Muster abgebildet werden können, die bei Aufnahmen ohne Vergrößerung nicht annähernd nachgestellt werden können. Bereits bei der Betrachtung von gewöhnlichen Dingen wie eines Blattes offenbaren sich uns fremde und zugleich beeindruckende Bilder.

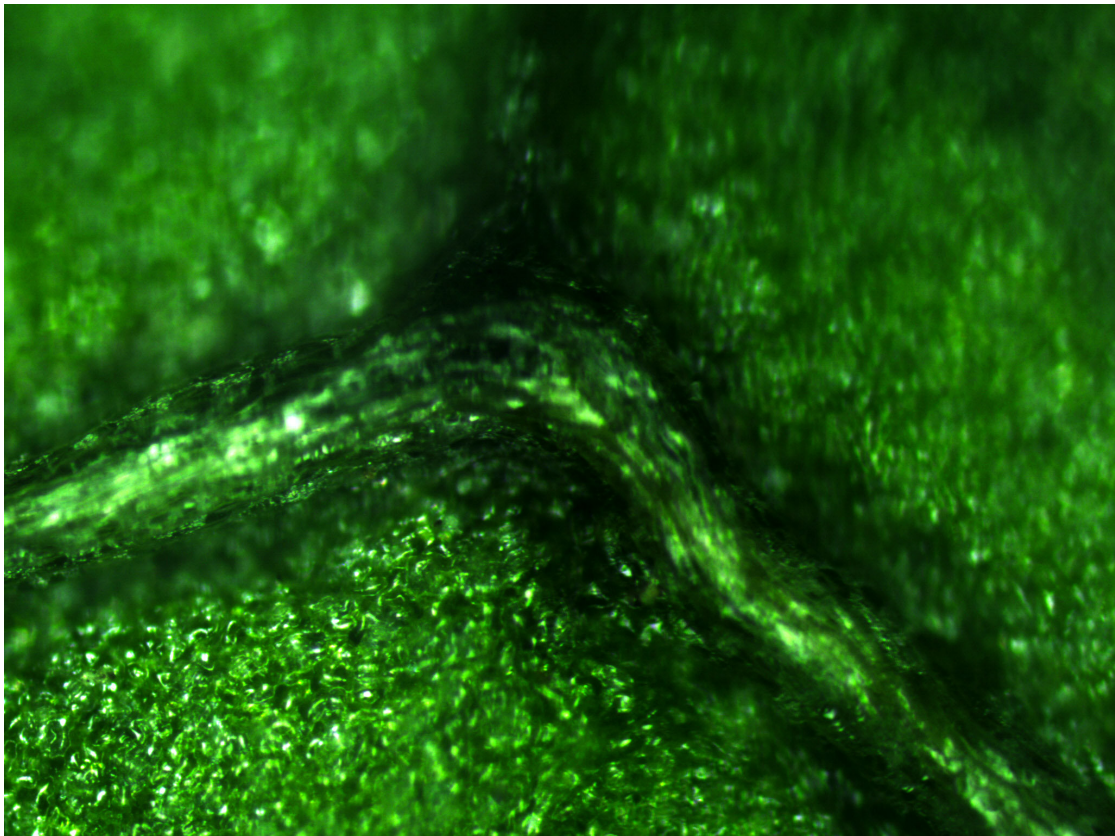


Abbildung 6.1 – Fotografie eines Blattes bei 100-facher Vergrößerung
Quelle: eigene Fotografie

Ein verwandter und deutlich bekannterer Bereich der Mikrofotografie ist die Makrofotografie. Auch hier werden Objekte nah und groß fotografisch abgebildet. Der Abbildungsmaßstab ist allerdings wesentlich kleiner als im Mikrobereich und wird normalerweise durch ein spezielles Objektiv und nicht unter Verwendung eines Mikroskops erreicht. Diese waren lange Zeit eine Domäne der Wissenschaft und der Medizin bevor sie für den fotografischen und künstlerischen Gebrauch entdeckt und eingesetzt wurden.

Dieses Kapitel soll einen Einblick in die für auch für viele Fotografen unvertraute Mikrowelt geben.

6.1 Das Mikroskop

Wie in nahezu allen Bereichen der Fotografie sind gute Lichtverhältnisse von Vorteil. Aus diesem Grund werden bevorzugt Lichtmikroskope eingesetzt. Die Beleuchtung dieser lassen sich in zwei Kategorien unterteilen: Auflicht und Durchlicht. Bei einem Mikroskop mit Auflicht werden in der Regel undurchsichtige Objekte untersucht, da das Licht von oben aufgestrahlt wird. Bei einem Durchlicht-Mikroskop wird das Licht hingegen von unten durch das Objekt geleitet, weshalb diese Methode für transparente oder dünne Beobachtungsgegenstände verwendet wird. Es ist auch möglich, beide Beleuchtungsarten gleichzeitig zu nutzen.

Bei einem Mikroskop sind die zwei Bestandteile Okular und Objektiv für die Vergrößerung entscheidend. Das Objektiv, welches sich häufig über einen sogenannten Revolver wechseln lässt, wirkt wie eine Sammellinse und sorgt somit für eine erste Vergrößerung. Anschließend vergrößert das Okular dieses Bild noch einmal, ähnlich wie eine Lupe. Der Verlauf und die Brechung der Lichtstrahlen wird als Strahlengang bezeichnet.¹ Andere Bestandteile eines Mikroskops können der folgenden Grafik entnommen werden.

¹Vgl. Mißfeldt, Martin: Das Lichtmikroskop: Alles über Mikroskope. [Online; Stand 03. Juli 2014] (URL: www.lichtmikroskop.net/).

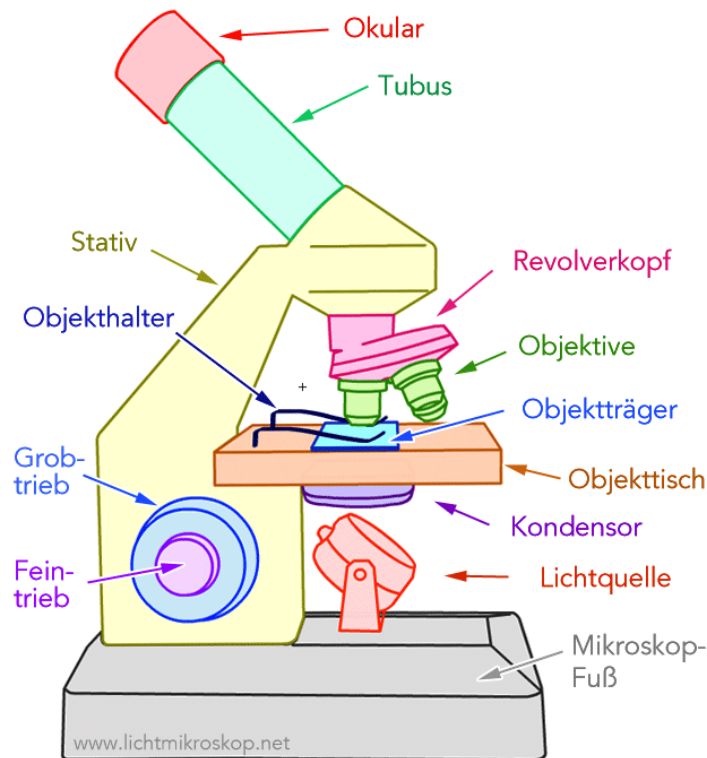


Abbildung 6.2 – Aufbau eines Lichtmikroskops mit Durchlicht

Quelle: www.lichtmikroskop.net/bilder/lichtmikroskop-aufbau.png (abgerufen am 03.07.2014)

Für Fotografien wird zusätzlich eine digitale Kamera integriert, welche über eine Schnittstelle (USB) mit einem Laptop kommuniziert. An diesem kann gewöhnlich das Bild mittels einer Live-Vorschaufunktion eingestellt, fokussiert und kontrolliert werden. Auch eine erste Farbkorrektur kann über die Software angewandt werden.

6.2 Aufnahmen

Die Aufnahmen können ohne langes Vorbereiten der Motive direkt beginnen. Lediglich der Laptop und die Software müssen gestartet werden. Je nachdem wie lichtdurchlässig das zu betrachtende Objekt ist, wird mit Durch- oder Auflicht gearbeitet. Die Beleuchtungen können gewöhnlich in ihrer Intensität reguliert werden.

Dadurch, dass die Linsen der Objektive fest fixiert sind, muss der Fokus durch den Abstand des Motivs zum Objektiv eingestellt werden. Die Kamerabelichtung, welche sich in diesem Fall auf den Parameter Belichtungszeit reduziert, wird an der Software geregelt.

Die für viele Fotografen unverzichtbare Blende ist in der Mikrofotografie nicht vorhanden. Somit entfällt zum einen ein Weg der Belichtungseinstellung und zum anderen die Einflussgröße auf die Schärfentiefe. Die Schärfentiefe kann bei Aufnahmen schnell zu einem Ärgernis werden, da sie auf Grund der starken Vergrößerung relativ gering ist. Welche Möglichkeit es gibt, trotzdem eine hohe Schärfentiefe zu erzeugen, wird im folgenden Abschnitt *Multifokus* erläutert.

Multifokus

Wie gering die Schärfentiefe bei einer starken Vergrößerung ausfällt, zeigen folgende Aufnahmen eines Bienenflügels.

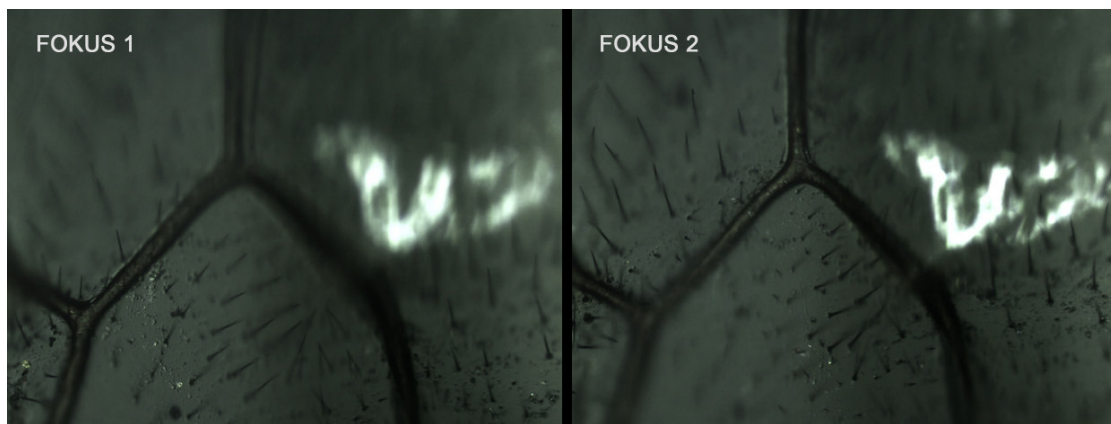


Abbildung 6.3 – Bienenflügel bei 100-facher Vergrößerung mit unterschiedlichen Fokuspunkten

Quelle: eigene Fotografien

Soll das Foto einen durchgehenden Schärfebereich haben, muss eine sogenannte Multifokus-Aufnahme erstellt werden. Dazu werden mehrere Fotos mit unterschiedlichen Schärfenebenen aufgenommen und daraus ein Bild mit ausschließlich scharfen Anteilen berechnet. Das erzeugte Bild besitzt nun eine, wenn auch künstliche, hohe Schärfentiefe.

Sehr einfach gestaltet sich dieses Verfahren, wenn das Mikroskop einen motorisierten Antrieb der Z-Achse besitzt. Ist dies der Fall kann in der Software die oberste und die unterste Schärfenebene definiert werden. Der Motor fährt anschließend den eingestellten Weg ab, während die Kamera zwischenzeitlich automatisch mehrere Bilder aufnimmt. Die Anzahl der Fotografien kann entweder manuell festgelegt werden oder von der Software berechnet werden lassen. Die so entstanden Bilder können letztlich mit speziellen Programmen — oft ist auch die mitgelieferte Software dazu in der Lage — zu einem Multifokus-Bild zusammengesetzt werden.

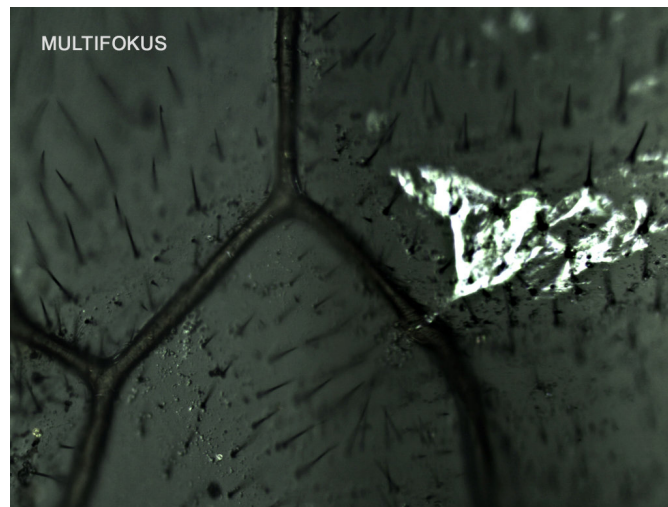


Abbildung 6.4 – Multifokus-Bild eines Bienenflügels
Quelle: eigene Fotografien

6.3 Bearbeitung

Die Bearbeitung der entstandenen Bilder erfolgt wie auch bei normalen Fotos. Dazu empfiehlt sich Adobe Photoshop. Das Ausgangsmaterial liegt gewöhnlich im JPG-Format vor, somit entfällt eine RAW-Entwicklung. Zudem besitzen die Fotografien meist eine relativ geringe Auflösung, da das Auflösungsvermögen der integrierten Kameras nicht annähernd an die einer DSLR heranreicht. Nichtsdestotrotz liefern diese Digitalkameras auch ohne Nachbearbeitung gute Ergebnisse.

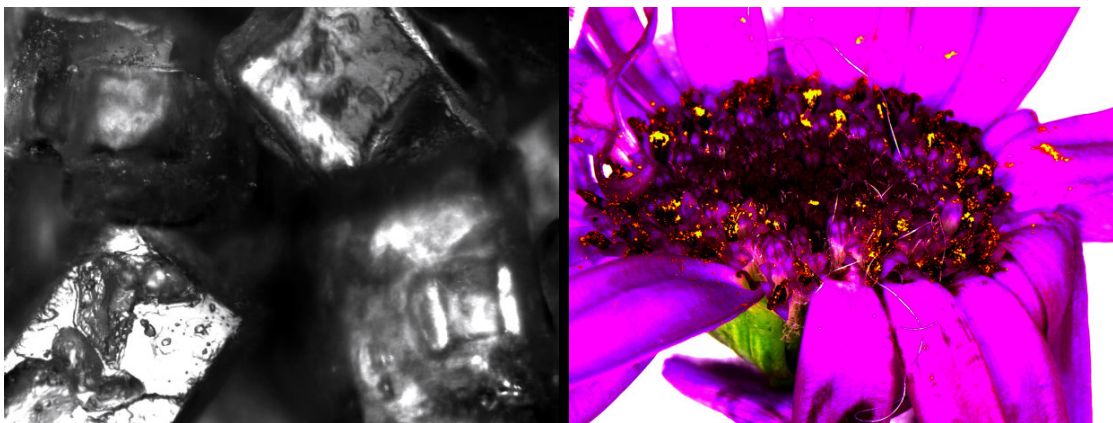


Abbildung 6.5 – Mikrofotografien von Zuckerkristallen und einer Blüte
Quelle: eigene Fotografien

7 Fazit

Das menschliche Auge ist sowohl bei der Aufnahme von sehr langsamen oder schnellen Ereignissen als auch bei der Wahrnehmung von sehr kleinen Objekten eingeschränkt. Videos und Bilder, welche unter Verwendung einer der drei behandelten Aufnahmetechniken produziert wurden, sind für uns deshalb so spektakulär, weil wir diese Szenen oder Momente ohne Hilfsmittel noch nie selbst wahrgenommen haben. Sie erscheinen uns fremd und ungewohnt und schaffen es daher, uns leicht zu beeindrucken. Nun stellt sich die Frage, ob diese Faszination von Dauer ist beziehungsweise wie lange Zeitraffervideos, Hochgeschwindigkeitsaufnahmen und Mikrofotografien noch Aufmerksamkeit erregend sind, bevor auch diese uns durch alltägliches Vorkommen langweilen? Dazu wird zunächst die Entwicklung und Verbreitung dieser drei Kategorien der Fotografie separat betrachtet. Auf Grund fehlender Statistiken kann dies jedoch nur subjektiv nach eigenen Beobachtungen und Erfahrungen erfolgen.

Für den Zeitrafferbereich kann am besten und objektivsten eine Auswertung erstellt werden. Diese Facette der Fotografie ist von den drei vorgestellten die am weitesten verbreitete. Dies ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Der wohl ausschlaggebendste Punkt ist der finanzielle Aufwand, der für die Ausübung aufgebracht werden muss. Während für die Mikro- und Hochgeschwindigkeitsfotografie teures Equipment benötigt wird, kann im Timelapse-Bereich schon mit einem geringen Budget zur Praxis geschritten werden. Die wachsende Community trägt viel zu einer höheren Bekanntheit und weiteren Verbreitung dieser Aufnahmetechnik bei. Viele Tutorials und Erklärungsvideos kursieren im Internet, um weitere Fotografen zu gewinnen und diesen den Einstieg in der Ausführung zu erleichtern. Auch der Soft- und Hardwareindustrie ist diese aufstrebende Fotografiesparte nicht unentdeckt geblieben. Wie im Kapitel *4.1 Equipment* zu sehen, bieten heutzutage viele Kameramodelle — bereits im Einsteigerbereich — eine implementierte Intervallfunktion zur Erstellung von Zeitraffern. Bei der Postproduktion stehen dem Benutzer mittlerweile viele verschiedene Programme zur Generierung eines Videos zur Verfügung. Diese beschränken sich längst nicht mehr auf die Umwandlung von Einzelbildern zu einem Bewegtbildclip, sondern bieten innovative oder erleichternde Funktionen für bessere und schnellere Ergebnisse. Die Bedingungen für ein weiter anhaltendes Interesse an Timelapse-Aufnahmen sind diesen Faktoren zu Folge gut. Ob dieses Interesse auf die Fotocommunity beschränkt bleibt, wie es weitestgehend heute der Fall ist, oder sich zukünftig weiter ausbreiten wird, bleibt abzuwarten. Bisweilen waren Zeitraffer meist nur aus Naturdokumentationen oder als Überbrückungsszenen

aus Spielfilmen bekannt. Es ist allerdings zu vermuten, dass sich die Einsatzgebiete vervielfältigen werden.

Die Zukunftsaussichten für Hochgeschwindigkeitsaufnahmen ist etwas weniger vielversprechend. Dies liegt hauptsächlich an der finanziellen Hürde, welche für die Anschaffung einer Highspeedkamera genommen werden muss. Die hohen Preise solcher Kameras machen diese Fotografieart zu keinem attraktiven Teilbereich für eine breite Community. Daher wurden diese Kameras lange Zeit nur in der Industrie oder der Wissenschaft eingesetzt. In der Werbebranche gewinnt diese Aufnahmetechnik derzeit jedoch zunehmend an Bedeutung, sodass sich bereits Agenturen auf die Produktion von Werbespots mit Zeitlupenszenen spezialisiert haben. Als herausragendes Unternehmen sei hier die deutsche Firma *The Marmalade* aus Hamburg genannt (www.themarmalade.com). Dieses produziert ihre Zeitlupenwerbeclips mit einer an einem Industrieroboter befestigten Hochgeschwindigkeitskamera und sorgt somit für atemberaubende und einzigartige Aufnahmen, welche mit ziemlicher Sicherheit den Zielgruppen lange Zeit in Erinnerung bleiben werden. Der Roboterarm, auf welchem die Kamera montiert ist, kann während der Aufnahme extrem schnell und präzise bewegt werden. Dadurch wird es möglich, Hochgeschwindigkeitsaufnahmen mit Kamerabewegungen zu kombinieren. Eine bewegte Kamera in Zeitlupenaufnahmen war bislang unbekannt, daher wirkt diese neuartige Kombination so spektakulär.

Die am wenigsten verbreitete Aufnahmetechnik der hier behandelten ist die Mikrofotografie. Teure Anschaffungskosten und beschränkte Einsatzmöglichkeiten können aller Voraussicht nach als die dafür verantwortlichen Elemente angenommen werden. Eine Art Kompromiss respektive Alternative ist die Makrofotografie, welche deutlich flexibler — mit nahezu jeder DSLR — genutzt werden kann. Preislich gesehen ist dieses Gebiet der Fotografie wesentlich ansprechender, worauf auch die weite Verbreitung zurückzuführen ist. Die Abbildungsmaßstäbe fallen hingegen wesentlich kleiner aus. Dies scheint vielen Fotografen jedoch trotzdem kein Grund, die Mikrofotografie zu bevorzugen. Auch für die Zukunft bleibt der Mikrobereich höchstwahrscheinlich ein eher unbedeutender Zweig, welcher vom Makrobereich überschattet wird.

Für die Zukunft kann gemutmaßt werden, dass lediglich der Zeitrafferfotografie eine größere Bekanntheit und Medienpräsenz zu Teil fällt. Dieser Aufschwung wird die Faszination dieses Fotografiebereichs höchstwahrscheinlich nicht schmälern, sondern eine abwechslungsreiche und blickfangende Bewegtbildalternative im heutigen „Mediendschungel“ bleiben. Die Zeitlupenfotografie mit Hochgeschwindigkeitskameras sowie die Mikrofotografie werden hingegen vermutlich eine Randerscheinung bleiben. Die dafür benötigte Ausrüstung ist in ihrer Anschaffung zu teuer und in ihrem Einsatzgebiet zu speziell, um für eine breite Masse von Produzenten interessant zu werden. Des Weiteren

sind im Zeitlupenbereich mittlerweile auch Filmkameras zu anschaulichen Slowmos im Stande. Die Frameraten sind zwar für sehr schnelle Ereignisse nicht ausreichend, für stilistische Mittel in Spielfilmen oder sonstige Einsätze jedoch eine wahrzunehmende Alternative. Ein ähnliches Pendant bildet die Makro- zur Mikrofotografie. Mit ziemlicher Sicherheit werden Nischenunternehmen wie die Agentur The Marmalade sich im Markt festigen und von ihrem Alleinstellungsmerkmal profitieren. Es ist auch zu erwarten, dass andere Unternehmen — auch in den anderen Bereichen — diese Geschäftsidee imitieren und sich diese zu Nutzen machen wollen.

Das praktische Gegenstück zu dieser Thesis ist der parallel dazu entstandene Filmclip mit dem Titel „Ungesehenes sichtbar machen“. Dieser ist ein Zusammenschnitt aus Zeitraffer- und Zeitlupenaufnahmen. Die Szenen zeigen sowohl alltägliche Situationen wie beispielsweise das Fortbewegen einer Schnecke (Zeitraffer) als auch speziell präparierte wie die Explosion von Bärlappsporen (Zeitlupe). Das Video ist somit eine Umsetzung der hier behandelten Theorien und Techniken und soll die Intention des Autors — die Faszination der menschlichen Wahrnehmung neu zu entdecken — in praktischer Form bekräftigen.

Literaturverzeichnis

- Ang, Tom/Niehaus, Julia:** Fotografie: [Geschichte, Ausrüstung, Fotografen, Techniken]. Starnberg: Dorling Kindersley, 2006, Kompakt & Visuell, ISBN 978-3-8310-0952-7
- Bleckwenn, Ruth/Schwarze, Beate:** Gestaltungslehre: Ein einführendes Arbeitsbuch. 4. Auflage. Hamburg: Handwerk u. Technik, 1986, ISBN 9783582056245
- Brühl, Heike/Cheers, Gordon/Olds, Margaret:** Anatomica: Körper und Gesundheit ; das komplette Nachschlagewerk. Köln: Könnemann, 2004, ISBN 3-8331-1286-7
- eMarketing, Rabbit:** flickr vs. Pinterest: Welche Foto-Community ist für Ihr Unternehmen richtig? [Online; Stand 21. Mai 2014] (URL: www.rabbit-emarketing.de/2013/05/14/flickr-vs-pinterest-welche-foto-community-ist-f%C3%BCr-ihr-unternehmen-richtig/)
- Erhardt, Angelika:** Einführung in die digitale Bildverarbeitung: Grundlagen, Systeme und Anwendungen ; mit 35 Beispielen und 44 Aufgaben. 1. Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2008, Studium, ISBN 978-3-519-00478-3
- Gatcum, Chris:** Kreative Fotografie: 52 Wochenendprojekte. Band 24470, Markt + Technik. München: Markt + Technik, 2010, ISBN 978-3-8272-4470-3
- Groos, Barbara/Amberg, Stephan C./Schäffler, Arne:** Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie, Physiologie, Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen. 5. Auflage. München [u.a.]: Urban & Fischer, 2007, ISBN 978-3-437-26682-9
- Holzfuss, Joachim:** Analoge und Digitale Hochgeschwindigkeitskinematographie. [Online; Stand 17. Juni 2014] (URL: www.iap.tu-darmstadt.de/fileadmin/nlp/paper/tm.pdf)
- Jens Kilgenstein:** Retina first! Webdesign und Optimierung für hochauflösende Bildschirme (HiDPI). 2. Auflage. Berlin: Mediamarketing Kretschmann, 2013, ISBN 978-3980956796
- Kikin, Oleg:** Camera Shutter Life Expectancy Database. [Online; Stand 07. Juli 2014] (URL: www.olegkikin.com/shutterlife/)

- Mißfeldt, Martin:** Das Lichtmikroskop: Alles über Mikroskope. [Online; Stand 03. Juli 2014] [〈URL: www.lichtmikroskop.net/〉](http://www.lichtmikroskop.net/)
- Netzoptikerteam:** 90 Prozent der Menschen haben braune Augen. [Online; Stand 02. Mai 2014] [〈URL: www.netzoptiker.de/magazin/unsere-zahl-der-woche-90-der-menschen-haben-braune-augen〉](http://www.netzoptiker.de/magazin/unsere-zahl-der-woche-90-der-menschen-haben-braune-augen)
- Preiß, Walter:** Hochgeschwindigkeitskamera - Gewusst Wie. [Online; Stand 27. Juni 2014] [〈URL: www.fen-net.de/walter.preiss/d/slomofaq.html〉](http://www.fen-net.de/walter.preiss/d/slomofaq.html)
- Schmidt, Ulrich:** Digitale Film- und Videotechnik: [Filmeigenschaften, Videotechnik und HDTV, Filmabtastung, High Definition Kamera, digitale Aufzeichnung, Digital Intermediate, Digital Cinema]. Digitale Film- und Videotechnik 2008
- Tunze, Wolfgang FAZ:** Der zweite Anlauf in die dritte Dimension. [Online; Stand 21. Mai 2014] [〈URL: www.faz.net/aktuell/feuilleton/kino/3d-kino-der-zweite-anlauf-in-die-dritte-dimension-1593616.html〉](http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/kino/3d-kino-der-zweite-anlauf-in-die-dritte-dimension-1593616.html)
- Walter, Thomas:** MediaFotografie- analog und digital: Begriffe, Techniken, Web. Berlin and New York: Springer, 2005, X.media.press, ISBN 3-540-23010-6
- Weber, Ernst A.:** Sehen, Gestalten und Fotografieren. Basel and Boston and Berlin: Birkhäuser, 1990, ISBN 3-7643-2469-4
- Wegner, Gunther:** Zeitraffer - Aufnehmen und Bearbeiten. 4. Auflage. 2014
- Wegner, Gunther:** LRTimelapse Forum - Lebensdauer Kamera Verschluss. [Online; Stand 07. Juli 2014] [〈URL: www.forum.lrtimelapse.com/Thread-lebensdauer-kamera-verschluss〉](http://www.forum.lrtimelapse.com/Thread-lebensdauer-kamera-verschluss)
- Wegner, Gunther:** Blende, ISO, Belichtungszeit einfach erklärt. [Online; Stand 27. Juni 2014] [〈URL: www.gwegner.de/know-how/blende-iso-belichtungszeit-einfach-erklaert/〉](http://www.gwegner.de/know-how/blende-iso-belichtungszeit-einfach-erklaert/)
- Westphalen, Christian:** Die große Fotoschule: Digitale Fotopraxis. 2. Auflage. Bonn: Galileo Press, 2014, Galileo Design, ISBN 9783836223843
- Wolf, Claudia:** Arthur Schnitzler und der Film: Bedeutung. Wahrnehmung. Beziehung. Umsetzung. Erfahrung. Karlsruhe: Univ.-Verl. Karlsruhe, 2006, ISBN 9783866440586

Abbildungsverzeichnis

2.1	Das Auge	11
2.2	Akkommodation	13
2.3	Netzhaut	15
2.4	Binokulares Sehen	19
2.5	Optische Täuschung	22
2.6	Optische Täuschung	23
2.7	Optische Täuschung	24
2.8	Optische Täuschung	24
3.1	Camera Obscura	27
3.2	Belichtungszeiten	29
3.3	Bildbearbeitung	31
4.1	Timelapse-Aufnahme Tulpen	34
4.2	Zeitraffer-Equipment	35
4.3	Equipment	37
4.4	Timereinstellungen	41
4.5	Belichtungsparameter	43
4.6	Verschlusszeiten	45
4.7	LRTimelapse	49
4.8	Adobe Photoshop Lightroom	50
4.9	Timelapse-Aufnahme Schnecke	51
5.1	Highspeedkamera	54
5.2	Motion Studio	55
5.3	Adobe Premiere	59
6.1	Mikrofotografie	60
6.2	Lichtmikroskop	62
6.3	Multifokus	63
6.4	Multifokus	64
6.5	Mikrofotografie	64

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich meine Bachelor-Thesis „Ungesehenes sichtbar machen — Aspekte der Zeitraffer-, Zeitlupen- und Mikrofotografie“ selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe und dass ich alle Stellen, die ich wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen habe, als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit hat bisher in gleicher oder ähnlicher Form oder auszugsweise noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Ich versichere, dass ich alle Aufnahmen des Videos „Ungesehenes sichtbar machen“ selbstständig aufgezeichnet habe und dadurch keine Urheberrechte verletzt werden. Audioaufnahmen Dritter wurden der Lizenz entsprechend unter der Namensnennung des Urhebers verwendet.

Offenburg, den 25.07.2014

(Matthias Kienzle)